



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2019-20

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Física de la Tierra y Astrofísica	
TÍTULO:	Sismicidad de la Península Ibérica en 2016	
TITLE:	Seismicity of the Iberian Peninsula in 2016	
SUPERVISOR/ES:	E. Buforn	
NÚMERO DE PLAZAS:	1	
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

OBJETIVOS:

Conocer los principales conceptos de sismicidad: distribución espacio-temporal de terremotos, cortes verticales de hipocentros, valor del parámetro b , etc.

Aplicar estos conceptos para estudiar las características de los sismos ocurridos en la Península Ibérica en el año 2016.

Analizar los resultados obtenidos y compararlos con los otros autores y para otras zonas.

Determinar el grado de actividad sísmica en el periodo estudiado.

METODOLOGÍA:

El alumno realizará una explotación detallada del Catálogo Sísmico del Instituto Geográfico Nacional, para el periodo propuesto a fin de crear su base de datos.

El alumno aprenderá o repasará los parámetros que definen la sismicidad de una región y las herramientas necesarias para calcularlos.

En una segunda etapa, aprenderá el manejo de software geofísico para la obtención de mapas de sismicidad y perfiles verticales. Aplicará la ley de Gutenberg y Richter a la base de datos, y calculará los parámetros que definen y caracterizan la sismicidad de una región.

La comparación de los resultados obtenidos con los de otros autores y periodos permitirá detectar situaciones anómalas de quietud sísmica o de elevada actividad sísmica.

BIBLIOGRAFÍA:

P. M Shearer. *Introduction to Seismology*. 2ª ed. Cambridge University Press, 2009



Udías, A. y Mézcua, J. *Fundamentos de Geofísica*. Alianza Universidad, 1997

Udías, A. y E. Buforn. *Principles of Seismology*. Cambridge University Press, 2018

Grandes terremotos en la región Ibero-Mogrebí.. Física de la Tierra, vol. 29, 2017

<http://www.ign.es>



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2019-20

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Física de la Tierra y Astrofísica	
TÍTULO:	Estructura de la Corteza en zonas de transición océano-continente a partir de métodos sísmicos	
TITLE:	Structure of the crust in ocean-continent transition zones from seismic methods	
SUPERVISOR/ES:	Diego Córdoba Barba	
NÚMERO DE PLAZAS:	1	
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

OBJETIVOS:

Conocer los distintos métodos sísmicos que proporcionan los parámetros físicos necesarios para desvelar la estructura interna de la Tierra a escala cortical.

Comprender los principios físicos y las técnicas empleadas en los experimentos de sísmica activa y aprender cómo deducir, a partir de ellos, la estructura de la Corteza.

METODOLOGÍA:

Búsqueda bibliográfica para aproximarse a los diferentes métodos sísmicos que permiten deducir la estructura de la Tierra y estudio de las características fundamentales de la sísmica de reflexión y de refracción.

Comprensión, mediante la lectura crítica de trabajos científicos, de los aspectos generales de un experimento de perfiles sísmicos profundos y de cómo se obtienen los parámetros físicos necesarios para deducir la estructura de la Litosfera.

Aplicación a una determinada región terrestre.

BIBLIOGRAFÍA:

R.E. Sheriff, "Geophysical methods". Prentice Hall, Englewood Cliffs. New Jersey, U.S.A. ISBN 0-13-352568-6. (1989).

E.J.W. Jones, "Marine Geophysics". John Wiley & Sons Ltd, New Jersey, USA, ISBN 0-471-98694-1 (1999).

M. Bacon, R. Simm, T. Redshaw. "Seismic Interpretation". Cambridge University Press, Cambridge, UK ISBN 0-521-20670-7, (1976).



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2019-20

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Física de la Tierra y Astrofísica
TÍTULO:	El campo de gravedad en el estudio del interior de la Tierra
TITLE:	The gravity field in the study of the interior of the Earth
SUPERVISOR/ES:	Diego Córdoba Barba
NÚMERO DE PLAZAS:	1
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/> Selección por expediente <input type="checkbox"/>

OBJETIVOS:

Conocer cómo se puede aplicar la información proporcionada por el campo de gravedad para investigar la estructura del interior de la Tierra, así como la información que aporta a otros métodos geofísicos, como los basados en la propagación de ondas sísmicas.

Comprender los principios físicos y las técnicas empleadas en los experimentos de adquisición de datos de gravedad y aprender cómo deducir, a partir de ellos, la estructura del interior de la Tierra.

METODOLOGÍA:

Búsqueda bibliográfica para aproximarse a los diferentes métodos gravimétricos que permiten deducir la estructura de la Tierra y estudio de las características fundamentales metodológicas de la gravimetría.

Comprensión, mediante la lectura crítica de trabajos científicos, de los aspectos generales de un experimento de adquisición de datos geofísicos en los que se utilizan gravímetros marinos, o terrestres y de cómo se obtienen los parámetros físicos necesarios para deducir la estructura de la Litosfera.

Aplicación a una determinada región terrestre.

BIBLIOGRAFÍA:

R.E. Sheriff, "Geophysical methods". Prentice Hall, Englewood Cliffs. New Jersey, U.S.A. ISBN 0-13-352568-6. (1989).

W. Torge. 1989, *Gravimetry*. Walter de Gruyter, Berlín,

W. M. Telford, L.P. Geldart y R.E. Sheriff. 1990, *Applied Geophysics*, Second Edition. Cambridge University Press.



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2019-20

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Física de la Tierra y Astrofísica
TÍTULO:	SI HABLARAN LAS PIEDRAS (1: PALEOMAGNETISMO Y MAGNETISMO DE ROCAS): Polaridades geomagnéticas/ deriva continental/ deformación cortical/ minerales ferromagnéticos.
TITLE:	THE TALKING STONES (1: PALEOMAGNETISM AND ROCK MAGNETISM)
SUPERVISOR/ES:	Vicente Carlos Ruiz Martínez
NÚMERO DE PLAZAS:	2
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/> Selección por expediente

OBJETIVOS:

- Comprensión teórica de las técnicas básicas de paleomagnetismo y magnetismo de rocas.
- Realización de medidas experimentales en el laboratorio de paleomagnetismo de la UCM, existiendo la posibilidad previa de realizar un muestreo de rocas orientadas in situ con las que trabajar posteriormente.
- Desarrollo de destrezas en las medidas experimentales, para tratar de obtener resultados científicos de calidad.
- Desarrollo de destrezas en el análisis e interpretación de datos experimentales, así como en la divulgación científica de las correspondientes conclusiones obtenidas.

METODOLOGÍA:

- Introducción a la bibliografía genérica sobre las técnicas básicas de paleomagnetismo y magnetismo de rocas; así como a artículos científicos de la temática específica finalmente elegida por el alumno.
- Medidas de la desmagnetización de la remanencia preservada en rocas y/o de experimentos de magnetismo de rocas en el laboratorio de paleomagnetismo de la UCM.
- Cálculo de paleodirecciones del campo magnético terrestre, identificación de los minerales portadores e interpretación de los resultados (con ayuda de software



específico).

[Se dispone de muestras reales orientadas de roca para estos estudios, correspondientes a una gran variedad de rocas (ígneas y sedimentarias) de diferentes épocas geológicas y contextos geodinámicos. Asimismo, existe la posibilidad de realizar previamente un muestreo de rocas orientadas in situ con las que trabajar posteriormente].

BIBLIOGRAFÍA:

- Butler, R.F. 1992, *Paleomagnetism*. Blackwell Scientific Publications.
- Lanza, R. and Meloni, A. 2006, *The Earth's magnetism. An introduction for geologists*. Springer.
- Tauxe, L. 2010, *Essentials of Paleomagnetism*. University of California Press.
- Lanza, R., Meloni, A. 2006. *Paleomagnetism*, in "The Earth's magnetism", Springer-Verlag, Berlin.
- Villalaín Santamaría, J. J. 2016. "La historia del campo magnético terrestre registrada en las rocas. Fundamentos del Paleomagnetismo". Enseñanza de las Ciencias de la Tierra, Vol. 24-3, 261-274.
- Villalaín Santamaría, J. J. 2016. "Técnicas en Paleomagnetismo". Enseñanza de las Ciencias de la Tierra, Vol. 24-3, 275-281.



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2019-20

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Física de la Tierra y Astrofísica
TÍTULO:	SI HABLARAN LAS PIEDRAS (2: ANISOTROPÍA DE LA SUSCEPTIBILIDAD MAGNÉTICA): orientación preferente de minerales magnéticos / dinámicas de transporte magmático o sedimentario / paleo-esfuerzos tectónicos.
TITLE:	THE TALKING STONES (2: ANISOTROPY OF MAGNETIC SUSCEPTIBILITY)
SUPERVISOR/ES:	Vicente Carlos Ruiz Martínez
NÚMERO DE PLAZAS:	2
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/> Selección por expediente

OBJETIVOS:

- Comprensión teórica de la técnica de "Anisotropía de la Susceptibilidad Magnética" (ASM) como método experimental que describe estadísticamente la fábrica magnética de las rocas y su relación con los esfuerzos causantes de la petrofábrica.
- Comprensión práctica de la aplicación de la ASM a estudios reales encaminados a caracterizar direccionalmente la dinámica de flujos magmáticos, lavas y corrientes de densidad piroclásticas (en rocas ígneas) o de paleocorrientes (en rocas sedimentarias) y/o la orientación de paleoesfuerzos tectónicos.
- Se pretende que el estudiante realice sus propias medidas de ASM en muestras naturales, dado que el método experimental de ASM es relativamente rápido y sencillo.
- Capacitación introductoria a la interpretación de los resultados experimentales de AMS en términos de paleoflujos, paleocorrientes y/o paleoesfuerzos.

METODOLOGÍA:

- Introducción a la bibliografía genérica sobre la técnica de "Anisotropía de la susceptibilidad magnética" (ASM).
- Lectura crítica de artículos científicos relacionados con la aplicación de la ASM a casos reales para inferir la dirección de flujos magmáticos, lavas y corrientes de densidad piroclásticas.
- Medidas de la susceptibilidad magnética y de su anisotropía en rocas naturales orientadas (previamente muestreadas y orientadas en distintos contextos



geodinámicos), utilizando el "KLY-4 kappabridge" y/o de experimentos de magnetismo de rocas en el laboratorio de paleomagnetismo de la UCM.

-Identificación y análisis del tensor de anisotropía medido en las rocas en las que se han realizado las medidas de ASM.

- Interpretación de la fábrica magnética medida en litologías sedimentarias (fábrica deposicional vs. tectónica) o ígneas (paleoflujos, dinámica de emplazamiento / evolución tectono-magmática).

[Se dispone de muestras reales orientadas de roca para la medida de su ASM, correspondientes a una gran variedad de rocas de diferentes edades y dinámicas magmáticas o sedimentarias; tanto ígneas (flujos de lavas, depósitos piroclásticos, diques, rocas plutónicas) como sedimentarias (areniscas, margas, calizas). Asimismo, existe la posibilidad de realizar un muestreo de rocas orientadas in situ (p.ej., en el magmatismo del Sistema Central) con las que trabajar posteriormente].

BIBLIOGRAFÍA:

- Lanza, R., Meloni, A. 2006. *Magnetic Fabric of Rocks*, in "The Earth's magnetism", Springer-Verlag, Berlin.
- Soto, R. 2016. "¿Qué nos indica la orientación preferente de minerales detectada a partir del estudio de la fábrica magnética?". *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, Vol. 24-3, 261-274.
- Tarling, D.H., Hrouda, F., 1993. *The Magnetic Anisotropy of Rocks*. Chapman & Hall, London.
- Artículos científicos de determinación de paleocorrientes y paleoesfuerzos mediante técnicas de ASM, específicos sobre la litología elegida.



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2019-20

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Física de la Tierra y Astrofísica	
TÍTULO:	Elaboración de un modelo numérico de interior estelar	
TITLE:	Development of a stellar-interior numerical model	
SUPERVISOR/ES:	Nicolás Cardiel	
NÚMERO DE PLAZAS:	1	
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

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. El alumno deberá realizar una discusión razonada de dichos resultados.

METODOLOGÍA:

Se facilitará a los alumnos un manual completo en el que se describirán en detalle las ecuaciones a resolver. El modelo numérico podrá programarse en cualquier lenguaje de programación a elegir por el alumno.

El modelo tendrá que resolver las 4 ecuaciones fundamentales del interior estelar:

- (1) la ecuación de continuidad de la masa
- (2) la ecuación de equilibrio hidrostático
- (3) la ecuación de equilibrio energético
- (4) la ecuación de transporte de energía (casos radiativo y convectivo)

El manual del trabajo facilitado a los alumnos describirá en detalle el procedimiento algorítmico que habrá que seguir para proceder a la integración de dichas ecuaciones.



La estrategia que se seguirá es mixta: se combinará la integración desde la superficie estelar hacia el interior con la integración desde el interior estelar hacia la superficie. Será necesario unir las soluciones en un punto intermedio que, como se verá, será el límite entre el núcleo convectivo y la envoltura radiativa.

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 la asignatura “Astrofísica Estelar” (optativa de la materia Astrofísica y Cosmología, 4º Grado en Física, módulo de Física Fundamental). Finalmente, es importante que el alumno posea conocimientos de programación en algún lenguaje (Python, C, Fortran, etc.).

Aunque se ofrecen varias plazas para este TFG, a cada alumno 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 el profesor responsable de la supervisión de los trabajos)

– *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 2019-20

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Física de la Tierra y Astrofísica	
TÍTULO:	Elaboración de una submuestra de galaxias a partir de las exploraciones SDSS y MANGA para el estudio de vientos galácticos con MEGARA	
TITLE:	Selection of a subsample of galaxies from the SDSS and MANGA explorations for the study of galactic winds with MEGARA.	
SUPERVISOR/ES:	África Castillo Morales	
NÚMERO DE PLAZAS:	1	
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

OBJETIVOS:

Los principales objetivos en este trabajo se centran en:

- La selección de una submuestra de galaxias a partir de las exploraciones SDSS y MANGA.
- El análisis de los espectros nucleares asociados a esa submuestra (usando datos de SDSS y MaNGA disponibles) para la detección de NaID interestelar.
- La determinación de la anchura equivalente y cinemática del gas interestelar detectado, recopilación de la información multi-longitud de onda de aquellas galaxias donde se haya detectado gas interestelar desplazado hacia el azul.

METODOLOGÍA:

- A partir de las exploraciones SDSS y MANGA se hará una selección de galaxias (basándose en parámetros como inclinación, tamaño, brillo superficial, tipo morfológico, etc) donde se favorezcan las condiciones para encontrar la presencia de gas interestelar NaID en los núcleos de galaxias.
- Se llevará a cabo, utilizando software específico (pPXF) el ajuste de la población estelar en los espectros nucleares seleccionados para la detección de NaID interestelar. La detección de este gas interestelar desplazado hacia el azul es una evidencia de la presencia de un viento galáctico (su fase más fría). Se realizarán medidas de la anchura equivalente de absorción y de la cinemática del gas interestelar detectado.



- Se hará una recopilación de toda la información multi-longitud de onda disponible para la submuestra de galaxias que resulte con presencia de NaD interestelar y que resultará de gran interés para las futuras observaciones con MEGARA.

Se recomienda que los alumnos tengan conocimientos básicos de Astrofísica: al menos deberán haber cursado la asignatura de "Astrofísica" de 3º del Grado en Física y la asignatura de "Astrofísica Extragaláctica" de 4º del Grado en Física. También será necesario por parte del alumno el desarrollo de una pequeña parte de software (Python) para el análisis de los datos, así como el uso de software astronómico específico.

BIBLIOGRAFÍA:

1. Guión elaborado por el profesor responsable de la supervisión de los trabajos.
2. Galactic Astronomy, J.Binney & M.Merrifield, Princeton,1998.
3. Dynamics of Galaxies, G. Bertin, Cambridge Universtiy Press, 2014.



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2019-20

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Física de la Tierra y Astrofísica	
TÍTULO:	Relaciones estructurales de galaxias remotas	
TITLE:	Structural relations of remote galaxies	
SUPERVISOR/ES:	Jesús Gallego Maestro	
NÚMERO DE PLAZAS:	3	
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

OBJETIVOS:

Estudiar estadísticamente 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 las exploraciones CANDELS y 3D-HST.

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 entre 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 las páginas web de las que descargar los catálogos en forma de ficheros ASCII multi columna. El alumno deberá adoptar una herramienta informática (Excel en Windows, r o Python en Linux) para manejar los catálogos y otra para llevar a cabo las representaciones y los ajustes estadísticos.

Se recomienda que los alumnos tengan conocimientos básicos de Astrofísica Extragaláctica al nivel que se imparten en la asignatura "Astrofísica" (obligatoria de Módulo de 3º Grado en Física). 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). Finalmente, es importante que el alumno posea conocimientos de programación en algún lenguaje (Python, C, Fortran, etc.) y de inglés para entender los manuales de los catálogos. Aunque se ofrecen varias plazas para este TFG, a cada alumno se le asignará un rango diferente de desplazamientos al rojo y parámetros físicos.

BIBLIOGRAFÍA:

Básica:

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.

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 Books, 2006.



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2019-20

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Física de la Tierra y Astrofísica
TÍTULO:	Poblaciones estelares resueltas con el telescopio espacial Hubble en la galaxia del Grupo Local Messier 33
TITLE:	Resolved Stellar populations with the Hubble Space Telescope in the Local Group galaxy Messier 33
SUPERVISOR/ES:	Armando Gil de Paz
NÚMERO DE PLAZAS:	1
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/> Selección por expediente <input type="checkbox"/>

OBJETIVOS:

Aplicar los conocimientos aprendidos en las asignaturas del grado al estudio de la población de estrellas en la galaxia del Grupo Local Messier 33. Se aplicarán conocimientos de las asignaturas de Astrofísica (3º), Astrofísica Extragaláctica (4º), Astrofísica Estelar (4º) y Astrofísica Observacional (4º).

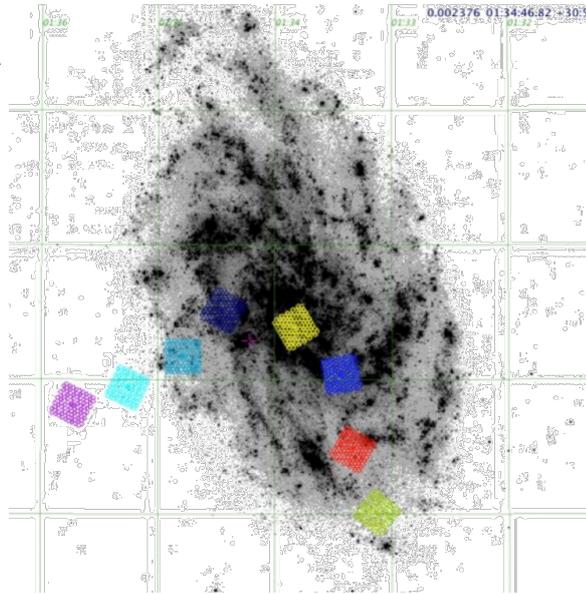
METODOLOGÍA:

Los alumnos se descargarán imágenes ya disponibles públicamente del telescopio espacial Hubble y corriendo un software (también público) de detección de fuentes, obtendrán un catálogo de estrellas en la Galaxia del Grupo Local Messier 33. Esto se hará para al menos un apuntado en diferentes bandas fotométricas (ver imagen adjunta).

Con los catálogos generados se obtendrán diagramas color-magnitud de la población de estrellas para diferentes distancias al centro de la galaxia y se identificará en cada diagrama color-magnitud las principales fases evolutivas de las estrellas: Secuencia Principal, Rama de la Gigantes, Rama Asintótica, Rama Horizontal, etc.



Figura: Imagen de la galaxia Messier 33 vista por el satélite GALEX de la NASA con los apuntados del instrumento ACS/WFC del telescopio espacial Hubble indicados en diferentes colores.



BIBLIOGRAFÍA:

- Página web del telescopio espacial Hubble: <http://www.stsci.edu/hst>
- “A Survey of Local Group Galaxies Currently Forming Stars. I. UBVRI Photometry of Stars in M31 and M33”, Massey, Philip; Olsen, K. A. G.; Hodge, Paul W.; Strong, Shay B.; Jacoby, George H.; Schlingman, Wayne; Smith, R. C., *Astronomical Journal*, 2006, Vol. 131, pp. 2478.
- “The Detection of Inside-Out Disk Growth in M33”, Williams, Benjamin F.; Dalcanton, Julianne J.; Dolphin, Andrew E.; Holtzman, Jon; Sarajedini, Ata, *The Astrophysical Journal*, Vol. 695, L15



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2019-20

Ficha de Trabajo 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	
SUPERVISOR/ES:	M. Ángeles Gómez Flechoso	
NÚMERO DE PLAZAS:	1	
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

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 necesarios conocimientos básicos de programación, así como de Mecánica, Estadística y Astrofísica (a nivel de la asignatura de Astrofísica de 3º del Grado en Física).

BIBLIOGRAFÍA:

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





FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2019-20

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Física de la Tierra y Astrofísica	
TÍTULO:	Análisis Multivariante de Datos Astrofísicos	
TITLE:	Multivariate Analysis of Astrophysical Data	
SUPERVISOR/ES:	Javier Gorgas	
NÚMERO DE PLAZAS:	3	
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

OBJETIVOS:

El objetivo es realizar un análisis estadístico avanzado de datos multivariantes de interés astrofísico. Para ello cada alumno trabajará sobre una tabla de datos reales en la que, para cada elemento (estrella, galaxia, etc) de la muestra, se proporcionen un número alto de observables (variables). En particular deberá:

- Estudiar las posibles correlaciones entre variables.
- Realizar regresiones lineales múltiples para estudiar si se pueden predecir los valores de ciertas variables en función de otras.
- Llevar a cabo un análisis de componentes principales para determinar la dimensionalidad real de los datos observados.
- En algunos casos aplicar otras técnicas de análisis más avanzado como análisis de factores o de agrupación (cluster).

METODOLOGÍA:

Cada alumno recibirá una tabla de datos diferentes, referida a diferentes tipos de objetos. Por ejemplo, se podrán analizar:

- Datos de exoplanetas (obtenidos de exoplanet.eu)
- Datos de parámetros físicos estelares obtenidos de las bases de datos habituales
- Datos de propiedades físicas de galaxias cercanas
- Datos de cuasares observados por SDSS
- Datos de catálogos fotométricos de galaxias a diferentes corrimientos al rojo (e. COMBO 17, o ALHAMBRA)



- Datos del proyecto GAIA

El primer paso en el trabajo será la lectura de la base de datos y su análisis preliminar para limpiarla de datos incompletos (NAs), etc. A continuación, se correrán varios procedimientos para visualizar los datos y se estudiarán las posibles correlaciones. Después de llevarán a cabo los análisis de regresiones múltiples y un análisis de componentes principales. Dependiendo del catálogo original se intentará resumir la información contenida determinando la dimensionalidad real de la tabla de datos y cuales son sus principales variables dependientes e independientes.

Es fundamental (prácticamente imprescindible) que el alumno tenga conocimientos previos de estadística básica y de programación en R, al nivel de los adquiridos en la asignatura de “Estadística y Análisis de Datos” de tercer curso. Asimismo, es recomendable tener conocimientos previos básicos de astrofísica, al nivel de los adquiridos en la asignatura “Astrofísica” de tercer curso.

La teoría y los procedimientos necesarios para aplicar técnicas multivariantes usando el lenguaje de programación en R se explicarán en una sesión de 2 horas que se impartirá exclusivamente para los alumnos que escojan este trabajo. Asimismo, se entregará a los alumnos copias de las presentaciones de estas sesiones.

BIBLIOGRAFÍA:

- “Methods of Multivariate Analysis”, A.C. Rencher, 2002, Wiley Ser. in Prob and Stat.
- “R in Action”, R.I. Kabacoff, 2011, Manning Publications
- “Data Analysis and graphics using R”, J. Maindonald, 2006, Cambridge University Press.
- “Modern Statistical Methods for Astronomy”, Feigelson & Babu, 2012, Cambridge University Press



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2019-20

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Física de la Tierra y Astrofísica	
TÍTULO:	Estudio de diagramas color-magnitud con datos de Gaia	
TITLE:	Study of color-magnitude diagrams with Gaia data	
SUPERVISOR/ES:	David Montes Gutiérrez	
NÚMERO DE PLAZAS:	1	
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

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* 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 (FGKM) 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 y se podrán hacer calibraciones que permitan inferir este parámetro para otras estrellas en las que no se conozca previamente.

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 2. Summary of the contents and survey properties*”,
Gaia Collaboration: A.G.A. Brown, A. Vallenari, et al.
2018, A&A Special Issue on Gaia DR2, [2018A&A...616A...1G](#)

- “*Gaia Data Release 2: Observational Hertzsprung-Russell diagrams*”,
Gaia Collaboration, C. Babusiaux, F. van Leeuwen, et al.,
2018, A&A Special Issue on Gaia DR2, [2018A&A...616A..10G](#)

- “*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 2019-20

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Física de la Tierra y Astrofísica	
TÍTULO:	Caracterización de sistemas exoplanetarios	
TITLE:	Characterization of exoplanetary systems	
SUPERVISOR/ES:	David Montes Gutiérrez	
NÚMERO DE PLAZAS:	1	
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

OBJETIVOS:

El objetivo de este trabajo es la utilización de diferentes métodos para la determinación de los parámetros fundamentales de los exoplanetas (masa y radio) en estrellas de tipo FGKM 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 y pyORBIT y se estudiará cuál es el más 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



- *“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

2018, MNRAS, [2018arXiv181208549E](#)

- *“Masses and radii for the three super-Earths orbiting GJ 9827, and implications for the composition of small exoplanets”*

Rice, K.; Malavolta, L.; Mayo, et al.

2019, MNRAS, 484, 3731, [2019MNRAS.484.3731R](#)



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2019-20

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Física de la Tierra y Astrofísica (FTA)	
TÍTULO:	Análisis de contaminación lumínica mediante medidas de brillo de cielo	
TITLE:	Light pollution analysis using sky brightness measures	
SUPERVISOR/ES:	Jaime Zamorano	
NÚMERO DE PLAZAS:	3	
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

OBJETIVOS:

Preparación de mapas de todo el cielo del brillo de cielo en lugares seleccionados dentro y en los alrededores de Madrid. Los mapas seguirán el formato del proyecto NixNox <http://nixnox.stars4all.eu/>

El alumno deberá realizar una discusión razonada de los resultados. En particular sobre la localización y brillo de las fuentes contaminantes y la comparación con los datos de satélites artificiales.

METODOLOGÍA:

Se facilitará a los alumnos un manual completo del procedimiento de uso de los fotómetros y de los métodos de medida. Se realizarán al menos 10 mapas usando los datos adquiridos y el software disponible.

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 la asignatura "Astronomía Observacional". Finalmente, es importante que el alumno posea conocimientos de programación en lenguaje Python.

Aunque se ofrecen varias plazas para este TFG, a cada alumno se le asignarán lugares de medida diferentes y la selección de los mismos se hará en colaboración con el supervisor, por lo que los resultados serán distintos en cada caso.

Habrà una reunión inicial con todos los alumnos, en la que se explicará el trabajo a



realizar y se facilitará un guión detallado de todo el proceso. Se explicará también a los estudiantes el material on-line disponible relacionado con este TFG.

BIBLIOGRAFÍA:

Zamorano, Jaime, Sánchez de Miguel, Alejandro, Nievas Rosillo, Mireia, Tapia, Carlos (2014) *NixNox procedure to build Night Sky Brightness maps from SQM photometers observations.* <http://eprints.ucm.es/26982/>

Zamorano, Sánchez de Miguel et al. "NIXNOX project: Sites in Spain where citizens can enjoy dark starry skies," *SpS 17 XXVIII IAU –GA Beijing, 30/08/2012*

http://www.sea-astronomia.es/drupal/sites/default/files/archivos/IAU2012_NIXNOX_Zamorano.pdf



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2019-20

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Física de la Tierra y Astrofísica
TÍTULO:	Modelos climáticos conceptuales
TITLE:	Conceptual climate models
SUPERVISOR/ES:	María Luisa Montoya Redondo
NÚMERO DE PLAZAS:	4
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/> Selección por expediente <input type="checkbox"/>

OBJETIVOS:

Los modelos conceptuales constituyen herramientas útiles para explorar el comportamiento de sistemas complejos, entre los que se incluyen las distintas componentes del sistema climático, como la atmósfera, el océano o la criosfera. El objetivo de este trabajo es construir un modelo de este tipo que permitan estudiar propiedades específicas de estos sistemas en el contexto de problemas científicos actuales. Se proponen los siguientes casos (a elegir uno):

1. Sistema de Lorenz: la atmósfera es un sistema dinámico altamente no lineal y caótico, muy sensible a las condiciones iniciales, lo que limita fuertemente su predictibilidad. El sistema de Lorenz es un modelo simplificado para la convección en un sistema cerrado que muestra muchas propiedades de sistemas caóticos más complejos, y que proporciona información muy valiosa sobre la dinámica atmosférica. El objetivo de este trabajo es implementar el sistema de ecuaciones de Lorenz, estudiar sus posibles soluciones en función de los parámetros del sistema y discutir los resultados en relación con la predictibilidad de las soluciones en función de las condiciones iniciales. Con ello se pretende profundizar en la comprensión de la predictibilidad atmosférica.

2. Modelo conceptual de la circulación meridiana del Océano Atlántico: la circulación general del océano, en particular en el Océano Atlántico, es una componente fundamental del sistema climático. Las proyecciones de cambio climático apuntan a una reducción de dicha circulación a lo largo del presente siglo como consecuencia del presente calentamiento global. Distintos modelos sugieren que dicha circulación presenta un comportamiento no lineal con respecto al flujo de



agua dulce en la cuenca Atlántica, con estados de equilibrio múltiples y un punto de bifurcación que, en caso de sobrepasarse, llevaría a un colapso de dicha circulación. El objetivo de este trabajo es construir un modelo conceptual de la circulación oceánica meridiana en el Atlántico, estudiar sus posibles soluciones y discutir los resultados en relación con la estabilidad futura de la circulación oceánica frente a perturbaciones en el flujo de agua dulce del Océano Atlántico.

3. Modelo de la inestabilidad del manto de hielo antártico occidental: el sector occidental del manto de hielo de la Antártida es un manto de hielo marino (es decir, su base se encuentra por debajo del nivel del mar) especialmente expuesto al océano y por tanto vulnerable al cambio climático y de la temperatura oceánica. Su desaparición podría conllevar un aumento de entre 3-5 m del nivel del mar. Dicho manto podría estar sometido a una inestabilidad intrínseca debido a sus características topográficas. El objetivo de este trabajo es construir un modelo conceptual de dicho manto, estudiar sus posibles soluciones y discutir los resultados en relación con la estabilidad futura de dicho manto.

METODOLOGÍA:

Los alumnos construirán modelos conceptuales para uno de los casos propuestos. Se analizará la dinámica no lineal del sistema y las propiedades de las soluciones en función de los valores de los parámetros empleados y/o las condiciones iniciales. Habrá una reunión inicial con todos los alumnos, en la que se explicará en detalle el trabajo a realizar, se facilitará el guion y del trabajo a desarrollar y se proporcionará la bibliografía necesaria para construir los modelos, que incluirá las ecuaciones relevantes. Posteriormente, cada alumno podrá interactuar con el profesor responsable a través de tutorías. El modelo numérico y el análisis de resultados podrán hacerse en cualquier lenguaje de programación a elegir por el alumno.

BIBLIOGRAFÍA:

Modelo 1

Bauer, P., Thorpe, A., & Brunet, G. (2015). The quiet revolution of numerical weather prediction. *Nature*, 525(7567), 47.

Lorenz, E. N. (1963). Deterministic nonperiodic flow. *Journal of the atmospheric sciences*, 20(2), 130-141.

Modelo 2:

Srokosz, M. et al. (2012). Past, present, and future changes in the Atlantic meridional overturning circulation. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 93(11), 1663-1676.



Zickfeld, K., Slawig, T., & Rahmstorf, S. (2004). A low-order model for the response of the Atlantic thermohaline circulation to climate change. *Ocean Dynamics*, 54(1), 8-26.

Modelo 3:

Pattyn, F. et al. (2018). The Greenland and Antarctic ice sheets under 1.5° C global warming. *Nature Climate Change* 8, 1053–1061 (2018)

Weertman, J. (1974). Stability of the junction of an ice sheet and an ice shelf. *Journal of Glaciology*, 13(67), 3-11.



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2019-20

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Física de la Tierra y Astrofísica	
TÍTULO:	Cambio climático: un análisis con bases físicas	
TITLE:	Climate change: an analysis with physical basis	
SUPERVISOR/ES:	Encarna Serrano Mendoza	
NÚMERO DE PLAZAS:	1	
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

OBJETIVOS:

El objetivo principal es que el estudiante adquiera unos conocimientos suficientes para que él mismo tenga su propia opinión sobre el tema del "Cambio Climático".

Para ello, se establecen los siguientes objetivos específicos:

- 1.- Comprender el significado científico de cambio climático.
- 2.- Conocer los factores que pueden dar lugar a un cambio climático y de qué manera.
- 3.- Dada la diversidad de aspectos a analizar en la temática de "Cambio climático", el estudiante podrá elegir entre realizar un estudio de carácter general o centrándose en algún/nos forzamiento/s externo/s en particular. Asimismo, podrá llevar a cabo un estudio considerando el clima presente o escenarios de clima futuro.

METODOLOGÍA:

En una primera fase del trabajo, el estudiante adquirirá conocimientos básicos sobre qué es clima, el sistema climático, y el concepto de "cambio climático". Para ello, en una reunión inicial de planteamiento y objetivos del trabajo, el supervisor orientará al estudiante sobre la lectura de referencias adecuadas, disponibles en la Biblioteca de la Facultad y en la web.

A continuación, a partir del análisis del balance global de energía (radiativa) en la cima de la atmósfera terrestre, el estudiante identificará los factores que pueden dar lugar a un cambio en dicho balance, y con ello, un cambio en la temperatura global del planeta.



El último informe del Panel Intergubernamental del Cambio Climático (quinto informe, 2013), y en particular, el correspondiente a las “Bases científicas físicas”, aportará al estudiante una ingente fuente de información base para desarrollar el trabajo con el enfoque que desee. El supervisor del trabajo orientará al alumno en esta parte, si lo requiere. El 5º Informe del IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) está disponible en su versión completa, en inglés, en <http://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/>

A partir de la comprensión del concepto “forzamiento radiativo” y los valores observados desde que se inició la “era industrial” asociados a diferentes factores o agentes que intervienen en un cambio climático, el estudiante discernirá aquéllos más influyentes. Consecuentemente, explorará qué actividades antropogénicas contribuyen o pueden contribuir en un cambio climático.

Se requiere tener conocimientos de inglés escrito.

BIBLIOGRAFÍA:

- Ahrens, C.D.: Meteorology Today, 6ª edición. West Publ. Co. (2000)
- Hartmann, D.L.: Global Physical Climatology. Academic Press Inc. (1994)
- Peixoto, J.P. & A.H. Oort : Physics of Climate. American Institute of Physics. (1992, 1995).

<http://www.ipcc.ch>

<http://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/>

http://www.ipcc.ch/home_languages_main_spanish.shtml



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2019-20

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Física de la Tierra y Astrofísica	
TÍTULO:	Estudio de eventos de precipitación intensa y su relación con condiciones de escala sinóptica	
TITLE:	Study of intense precipitation events and its relation with synoptic conditions.	
SUPERVISOR/ES:	Gregorio Maqueda Burgos	
NÚMERO DE PLAZAS:	2	
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

OBJETIVOS:

El objetivo de este trabajo es caracterizar y analizar las situaciones atmosféricas de escala sinóptica y también mesoescalar con eventos de precipitación intensa, que han podido producir daños por inundaciones en zonas del interior peninsular, costa mediterránea o regiones de montaña. También está abierto a otras regiones de latitudes medias. Los eventos podrán estar originados, tanto por fenómenos convectivos, como por el paso de frentes activos sobre la región de estudio.

METODOLOGÍA:

El trabajo comenzará por la búsqueda de situaciones de precipitación notable a partir de archivos online. Esta búsqueda se completará con la identificación de los fenómenos meteorológicos a través de mapas sinópticos e imágenes de satélite.

Una vez elegidos los posibles eventos de precipitación intensa se analizará la situación atmosférica general con mapas de diferentes niveles de presión: superficie, 500hPa, etc., sondeos y otras herramientas disponibles. Para los casos de precipitación intensa en localizaciones concretas será también importante analizar las características orográficas como pueda ser terreno montañoso o influencia marítima.

En cada trabajo, los alumnos elegirán un caso o evento particular para su análisis. Para la realización de este trabajo, se recomienda que el estudiante haya cursado asignaturas relativas a Física Atmosférica del grado en Física.

BIBLIOGRAFÍA:

- C.D. Ahrens (2000). Meteorology Today, 6ª edición. West Publ. Co.
- J.M. Wallace y P.V. Hobbs (1977, 1ª edición; 2006, 2ª edición). Atmospheric Science: An Introductory Survey Academic Press. Elsevier



- Holton, J. R. (1992). An Introduction to Dynamic Meteorology (3rd Edn), Academic Press. Elsevier
- Martin J.E. (2006). Mid-Latitude Atmospheric Dynamics. J Wiley.
- Comet MetEd. Basic Satellite Imagery Interpretation
https://www.meted.ucar.edu/training_module.php



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2019-20

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Física de la Tierra y Astrofísica	
TÍTULO:	Estudio de la Circulación Meridional de Retorno del Atlántico en 26ºN	
TITLE:	Study of the Atlantic Meridional Overturning Circulation at 26ºN	
SUPERVISOR/ES:	Irene Polo Sánchez	
NÚMERO DE PLAZAS:	3	
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

OBJETIVOS:

- Entender la circulación Meridional de Retorno del Atlántico (AMOC) media y en particular a latitudes subtropicales (26N)
- Entender su importancia en el clima global y cómo se está observando la AMOC a 26ºN
- Identificar años anómalos de la AMOC y su posible forzamiento atmosférico.

METODOLOGÍA:

Revisión bibliográfica sobre la AMOC y de cómo se observa.
Uso de las series temporales de la AMOC observada a 26ºN, cálculo de la media y de las anomalías. Cada TFG identificará un evento extremo y evaluará los patrones de vientos asociados.

BIBLIOGRAFÍA:

- Introduction to geophysical fluid dynamics, B. Cushman-Roisin
- Atmosphere, Ocean and Climate Dynamics, Marshall and Plumb.
- Descriptive physical oceanography, L. Talley
- McCarthy G.D., D.A. Smeed, W.E. Johns, E. Frajka-Williams, B.I. Moat, D. Rayner, M.O. Baringer, C.S. Meinen, J. Collins and H.L. Bryden (2015) Measuring the Atlantic Meridional Overturning Circulation at 26N. Progress Oceanogr. 130, 91-111.



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2019-20

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Física de la Tierra y Astrofísica	
TÍTULO:	Simulación de los ciclos glaciales-interglaciales con un modelo conceptual	
TITLE:	Simulating glacial-interglacial cycles with a conceptual model	
SUPERVISOR/ES:	Jorge Álvarez Solas	
NÚMERO DE PLAZAS:	3	
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente

OBJETIVOS:

Los ciclos glaciales-interglaciales del Cuaternario (últimos 3 millones de años) son el resultado de la respuesta no lineal del sistema clima-criosfera a los cambios en los parámetros orbitales de la Tierra mediante la variación en la intensidad y distribución de la insolación recibida por la Tierra. Sin embargo, las interacciones necesarias entre los distintos elementos del sistema climático para la aparición de los ciclos glaciales no han sido enteramente identificadas todavía. El objetivo de este trabajo es analizar los resultados de un modelo conceptual construido para determinar en qué sub-elemento climático radica el origen de la respuesta no lineal frente a cambios en la insolación. Se proponen los siguientes casos (a elegir uno):

1. Transición del Pleistoceno Medio: Hace aproximadamente 1.2 Millones de años los ciclos glaciales-interglaciales pasaron de oscilar con una periodicidad dominante de 40 mil años (40 ka) a hacerlo a una frecuencia más lenta de 100 ka. Dos hipótesis principales existen hoy en día para explicar esta transición: un CO_2 atmosférico con una tendencia decreciente y los efectos de los sedimentos subglaciares sobre la dinámica de los mantos polares. El objetivo de este trabajo consiste en identificar, usando el modelo conceptual, cuál de las dos hipótesis explica mejor los cambios observados durante la transición del Pleistoceno Medio.

2. Futuro del sistema climático a largo plazo: El cambio climático actual es objeto de numerosas investigaciones sobre el comportamiento de distintos elementos del sistema Tierra frente a un aumento del CO_2 atmosférico. La mayoría de estos estudios se concentran en el futuro próximo (escala de tiempo de décadas, si el sub-elemento principal objeto de estudio es la atmósfera) o en el futuro a medio plazo (escala de tiempo situada entre la centuria y el milenio, si sus elementos conciernen a la circulación oceánica y los mantos polares). Sin



embargo, poco se ha estudiado sobre el comportamiento futuro del sistema climático bajo la influencia antrópica a escalas de tiempo muy largas (del orden de miloños) para las cuales los ciclos glaciales-interglaciales empiezan a manifestarse de nuevo. El objetivo de este trabajo será el de analizar, bajo distintos escenarios de emisión de CO₂ el comportamiento de los mantos polares para los próximos 3 millones de años.

METODOLOGÍA:

Los alumnos analizarán un modelo conceptual diseñado por el supervisor para uno de los casos propuestos. Se analizará la dinámica no lineal del sistema y las propiedades de las soluciones en función de los valores de los parámetros empleados y/o las condiciones iniciales. Habrá una reunión inicial con todos los alumnos, en la que se explicará en detalle el trabajo a realizar, se facilitará el guion del trabajo a desarrollar y se analizará en detalle la física contenida en el modelo conceptual, así como los detalles técnicos para correr el modelo y analizar sus simulaciones. Posteriormente, cada alumno podrá interactuar con el supervisor a través de tutorías.

BIBLIOGRAFÍA:

Paillard, Didier. "The timing of Pleistocene glaciations from a simple multiple-state climate model." *Nature* 391.6665 (1998): 378.

Paillard, Didier. "Glacial cycles: toward a new paradigm." *Reviews of Geophysics* 39.3 (2001): 325-346.

Ganopolski, Andrey, Ricarda Winkelmann, and Hans Joachim Schellnhuber. "Critical insolation–CO₂ relation for diagnosing past and future glacial inception." *Nature* 529.7585 (2016): 200.



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2019-20

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Física de la Tierra y Astrofísica
TÍTULO:	La señal geofísica de impactos de cráter
TITLE:	Geophysical signature of impact craters
SUPERVISOR/ES:	Fátima Martín Hernández
NÚMERO DE PLAZAS:	1
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa <input type="checkbox"/> Selección por expediente <input checked="" type="checkbox"/>

OBJETIVOS:

Aplicar los conocimientos adquiridos por un estudiante al finalizar su grado en Física a la Tierra como laboratorio natural. Conocer, analizar y discutir la signatura de un impacto de cráter en parámetros Físicos como puede ser el campo de gravedad de la Tierra en superficie o las anomalías Geomagnéticas.

METODOLOGÍA:

1. Estudio y análisis de las disciplinas de la Física que se pueden observar en la superficie terrestre consideradas líneas de la Geofísica.
2. Familiarizarse con el registro de un impacto de cráter en las propiedades Físicas observables (anomalías magnéticas, anomalías gravimétricas, perfiles de velocidad sísmica).
3. Revisar la base de datos Geofísicos en España para analizar algunos candidatos a impactos de cráter desde su perspectiva Física.
4. Proponer un modelo geofísico para los resultados positivos.
5. Discutir los resultados.

BIBLIOGRAFÍA:

Lowrie (2007), "Fundamentals of Geophysics"
Reynolds (2013), "An introduction into applied and environmental Geophysics"



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2019-20

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Física de la Tierra y Astrofísica
TÍTULO:	Reconstrucción histórico-jerárquica de los alcances científicos más destacados para el núcleo interno de la Tierra.
TITLE:	Historical-hierarchical reconstruction of the most outstanding scientific achievements for the Earth's inner core.
SUPERVISOR/ES:	Maurizio Mattesini
NÚMERO DE PLAZAS:	2
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa <input type="checkbox"/> Selección por expediente <input checked="" type="checkbox"/>

OBJETIVOS:

El objetivo es ordenar cronológicamente y jerárquicamente todos los conocimientos científicos más destacados que se han producidos durante los últimos 50 años para el núcleo interno de la Tierra. Con ello se pretende que el alumno consiga una visión actualizada y crítica del centro de nuestro Planeta, seleccionando cuidadosamente sólo aquellos alcances científicos que, según él, nos han permitido entender mejor el funcionamiento y la evolución del interior de la Tierra. Se requiere un trabajo bibliográfico fino, que permita distinguir entre las publicaciones que han tenido verdaderas secuelas en el conocimiento científico y aquellas que han demostrado carecer de fundamentos.

METODOLOGÍA:

Se propone una labor basada principalmente en la búsqueda bibliográfica guiada por el profesor responsable, en donde el alumno es llamado a evaluar y seleccionar por sí mismo los trabajos que mejor han marcado nuestro desarrollo cognitivo sobre el núcleo sólido de la Tierra. El alumno redactará un informe final detallado, desglosando toda la información adquirida en su búsqueda bibliográfica, en el cual se evidenciarán claramente los principales pasos históricos. Se le pedirá también de enlazar las distintas etapas históricas con los avances específicos en las ramas de geofísica y física de la materia condensada. La principal herramienta de trabajo será el uso de bases de datos, tal como el Web of Science, Inspec, Medline, ScienceDirect



etc. y, por supuesto, los recursos de la Biblioteca de CC. Físicas. Se recomiendan tener conocimientos básicos de Geofísica y Física de Estado Sólido.

BIBLIOGRAFÍA:

The Solid Earth, An Introduction to Global Geophysics, by C. M. R. Flower, Cambridge University Press; ISBN: 0 521 89307 0. Core Dynamics, Treatise on Geophysics, vol. 8, by Dr. Peter Olson (Ed), Elsevier, 2009; ISBN: 978-0-444-53457-6



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2019-20

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Física de la Tierra y Astrofísica	
TÍTULO:	Esculpiendo la superficie de la Tierra: el reciclaje de las placas tectónicas	
TITLE:	Sculpting the surface of the Earth: recycling tectonic plates	
SUPERVISOR/ES:	Ana Negrodo y Javier Fullea Urchulutegui	
NÚMERO DE PLAZAS:	2	
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa <input type="checkbox"/>	Selección por expediente <input checked="" type="checkbox"/>

OBJETIVOS:

1. Comprender la importancia de los procesos de reciclaje de la litosfera para la tectónica de placas.
2. Aproximación al 'estado del arte' del estudio de estos procesos.
3. Caracterización física de los procesos de subducción oceánica y de delaminación continental. Comprensión de los procesos físicos involucrados y de las ecuaciones que los gobiernan.
4. Análisis comparativo de las zonas de subducción y de delaminación.
5. Aplicación de las ecuaciones para calcular variables que puedan ser comparadas con las observaciones (observables).

METODOLOGÍA:

El/la alumno/a comenzará con una revisión bibliográfica de la temática del trabajo. Esta fase de estudio será progresiva y debe concluir con la comprensión del estado actual de conocimiento de los procesos de subducción oceánica y de delaminación continental. El alumno debe ser capaz de discutir qué aspectos han sido consensuados entre la comunidad científica y cuáles son controvertidos.

Posteriormente, el/la alumno/a realizará una revisión de las ecuaciones que rigen los procesos de reciclaje y las aplicará (realizando simplificaciones) para el cálculo de magnitudes que puedan ser comparadas con observaciones. Deberá discutir de manera crítica la importancia de las simplificaciones realizadas y comprender el



carácter reduccionista de los modelos físicos.

Finalmente, el/la alumno/a realizará un estudio comparado entre las predicciones de los modelos y las observaciones globales.

BIBLIOGRAFÍA:

1. Turcotte and Schubert, 2002, *Geodynamics*. Cambridge University Press.
2. Ranalli, G., 1995, *Rheology of the Earth*. Chapman and Hall eds.
3. Fowler, C.M.R., 2005, *The Solid Earth: An Introduction to Global Geophysics*, Cambridge University Press.
4. Gerya, T. 'Numerical Geodynamic Modelling' Cambridge University Press.
5. Recursos en internet. 'Lecture notes' de los cursos abiertos del MIT:
Geodynamics: <http://ocw.mit.edu/courses/earth-atmospheric-and-planetary-sciences/12-520-geodynamics-fall-2006/>



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2019-20

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Física de la Tierra y Astrofísica
TÍTULO:	El pasado del campo magnético terrestre registrado en yacimientos arqueológicos
TITLE:	The past of the Earth's magnetic field recorded in archaeological remains
SUPERVISOR/ES:	María Luisa Osete
NÚMERO DE PLAZAS:	1
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa <input type="checkbox"/> Selección por expediente <input checked="" type="checkbox"/>

OBJETIVOS:

El objetivo general es obtener información sobre el pasado del campo magnético terrestre.

Para ello se deberá: a) Comprender el proceso de adquisición de la magnetización de yacimientos arqueológicos que han sufrido importantes calentamientos, b) Conocer las técnicas de desimanación progresiva de la magnetización remanente natural; c) Determinar la dirección media de la magnetización del yacimiento seleccionado, d) Determinar, si es posible, la edad del yacimiento a partir de métodos arqueomagnéticos y e) Contrastar con la información adicional disponible (información arqueológica, datación por C14, ..)

METODOLOGÍA:

Medida de la magnetización remanente de muestras de los yacimientos arqueológicos seleccionados por el profesor. De 8 a 10 muestras serán analizadas por el alumno/a en el laboratorio de paleomagnetismo del Departamento de Física de la Tierra y Astrofísica. Las muestras se desimanarán por campos alternos decrecientes, y, en su caso, térmicamente. Se calcularán las direcciones medias y los parámetros estadísticos asociados (Butler 2004). La comparación de los datos con la curva patrón de Iberia generada por modelos de referencia proporcionará la edad arqueomagnética del yacimiento (Pavón et al., 2010).

BIBLIOGRAFÍA:

Butler, R. Palaeomagnetism. Magnetic Domains to Geologic Terranes.



Electronic Edition (2004).

Pavón-Carrasco, F.J.; Rodríguez-González, J.; Osete, M.L.; Torta, J.M. A Matlab tool for archaeomagnetic dating. *Journal of Archaeological Science*, 38 (2), pp. 408-419, 2011



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2019-20

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Física de la Tierra y Astrofísica
TÍTULO:	Campo Magnético de la Tierra en 2020
TITLE:	Earth's Magnetic Field at 2020
SUPERVISOR/ES:	Francisco Javier Pavón Carrasco
NÚMERO DE PLAZAS:	1
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa <input type="checkbox"/> Selección por expediente <input checked="" type="checkbox"/>

OBJETIVOS:

El objetivo del trabajo que se oferta es analizar algunas características del campo magnético de la Tierra de origen interno (campo principal) a partir de modelos en armónicos esféricos, como son el Modelo Internacional de Referencia (IGRF) y el modelo CHAOS para el año 2019-2020. El trabajo se basará en estudiar las componentes del campo geomagnético en la superficie de la Tierra y en el límite manto-núcleo externo para determinar algunas características del campo magnético como son la Anomalía del Atlántico sur o la ocurrencia de jerks (impulsos) geomagnéticos. Además de analizar su evolución espacio-temporal en los últimos años (2000 – 2020).

METODOLOGÍA: El trabajo incluye varias actividades, desde la recopilación bibliográfica necesaria para entender el estado del arte en el ámbito del estudio que se propone, hasta el uso de datos procedentes de modelos de referencia del campo geomagnético. Para ello se hará uso de buscadores web de información bibliográfica (SCOPUS, Web of Knowledge, etc.) y se necesitará que el alumno/a esté familiarizado con software de programación (Matlab, Python, etc.) a nivel muy básico. Se recomienda además conocimientos básicos de geofísica (geomagnetismo, en concreto).

BIBLIOGRAFÍA:

Hulot, G., Sabaka, T.J., Olsen, N., and Fournier, A., (2015). The Present and Future Geomagnetic Field. Treatise on Geophysics, 2nd edition, (2015), vol. 5, pp. 33-78.



Olsen, N., Hulot, G., and Sabaka, T.J., (2014) Sources of the Geomagnetic Field and the Modern Data That Enable Their Investigation. Handbook of Geomathematics. Springer-Verlag. Berlin.

Además, se le proporcionará al alumno/a algunas publicaciones en revistas indexadas que tratan sobre esta temática.



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2019-2020

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Física de la Tierra y Astrofísica	
TÍTULO:	Estructura y dinámica planetaria en la Ciencia Ficción. Análisis y crítica científica I	
TITLE:	Structure and planetary dynamics in Science Fiction. Analysis and scientific evaluation I	
SUPERVISOR/ES:	Fátima Martín Hernández	
NÚMERO DE PLAZAS:	1	
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa	Selección por expediente <input checked="" type="checkbox"/>

OBJETIVOS:

Analizar de forma crítica algunos de los supuestos que aparecen en la literatura y filmografía de Ciencia Ficción en relación con el conocimiento científico actual de la Tierra y de otros planetas.

- Identificar las hipótesis físicas que subyacen.
- Estudiar la viabilidad de las hipótesis.
- Determinar los errores, márgenes de incertidumbre, etc., indicando cuáles serían las soluciones científicas más plausibles.

METODOLOGÍA:

Se les proporcionará a los estudiantes una película, novela, cómic u otros soportes de ciencia ficción relacionados con la física de la Tierra y la física planetaria.

Se seleccionarán algunos problemas físicos relevantes. Los estudiantes analizarán las hipótesis físicas y demostrarán sus errores o aciertos a través de la aplicación de las leyes y cálculos que aprendieron durante todos los estudios del grado.



BIBLIOGRAFÍA:

C.M.R. Fowler, "the Solid Earth. An introduction to Global Geophysics". Cambridge University Press. 2005

P. Olson. "Core Dynamics, Treatise of Geophysics". 2009

Buffet, B.A. "Earth's Core and Geodynamo". Science, 288. 2000

Stevenson, D.J. "Planetary science: Mission to Earth's core — a modest proposal". Nature 423, 239-240. 2003

I. de Pater, J.J. Lissauer. Planetary Sciences. Cambridge University Press. 2006.

G.W. Pröls. Physics of the Earth's Space Environment, Springer Verlag, Berlin, 2003

R. Wissman, L.C. McFadden and T.V. Johnson (eds). Encyclopedia of the Solar System, Academic Press, Inc. New York. 1999.



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2019-2020

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Física de la Tierra y Astrofísica	
TÍTULO:	Estructura y dinámica planetaria en la Ciencia Ficción. Análisis y crítica científica II	
TITLE:	Structure and planetary dynamics in Science Fiction. Analysis and scientific evaluation II	
SUPERVISOR/ES:	Ana María Negrodo Moreno	
NÚMERO DE PLAZAS:	1	
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa	Selección por expediente <input checked="" type="checkbox"/>

OBJETIVOS:

Analizar de forma crítica algunos de los supuestos que aparecen en la literatura y filmografía de Ciencia Ficción en relación con el conocimiento científico actual de la Tierra y de otros planetas.

- Identificar las hipótesis físicas que subyacen.
- Estudiar la viabilidad de las hipótesis.
- Determinar los errores, márgenes de incertidumbre, etc. Indicando cuales serían las soluciones científicas más plausibles.

METODOLOGÍA:

Se les proporcionará a los estudiantes una película, novela, cómic u otros soportes de ciencia ficción relacionados con la física de la Tierra y la física planetaria.

Se seleccionarán algunos problemas físicos relevantes. Los estudiantes analizarán las hipótesis físicas y demostrarán sus errores o aciertos a través de la aplicación de las leyes y cálculos que aprendieron durante todos los estudios del grado.



BIBLIOGRAFÍA:

C.M.R. Fowler, "the Solid Earth. An introduction to Global Geophysics". Cambridge University Press. 2005

P. Olson. "Core Dynamics, Treatise of Geophysics". 2009

Buffet, B.A. "Earth's Core and Geodynamo". Science, 288. 2000

Stevenson, D.J. "Planetary science: Mission to Earth's core — a modest proposal". Nature 423, 239-240. 2003

I. de Pater, J.J. Lissauer. Planetary Sciences. Cambridge University Press. 2006.

G.W. Pröls. Physics of the Earth's Space Environment, Springer Verlag, Berlin, 2003

R. Wissman, L.C. McFadden and T.V. Johnson (eds). Encyclopedia of the Solar System, Academic Press, Inc. New York. 1999.



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2019-2020

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Física de la Tierra y Astrofísica	
TÍTULO:	Estructura y dinámica planetaria en la Ciencia Ficción. Análisis y crítica científica III	
TITLE:	Structure and planetary dynamics in Science Fiction. Analysis and scientific evaluation III	
SUPERVISOR/ES:	Maria Luisa Osete López	
NÚMERO DE PLAZAS:	1	
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa	Selección por expediente <input checked="" type="checkbox"/>

OBJETIVOS:

Analizar de forma crítica algunos de los supuestos que aparecen en la literatura y filmografía de Ciencia Ficción en relación con el conocimiento científico actual de la Tierra y de otros planetas.

- Identificar las hipótesis físicas que subyacen.
- Estudiar la viabilidad de las hipótesis.
- Determinar los errores, márgenes de incertidumbre, etc, indicando cuáles serían las soluciones científicas más plausibles.

METODOLOGÍA:

Se les proporcionará a los estudiantes una película, novela, cómic u otros soportes de ciencia ficción relacionados con la física de la Tierra y la física planetaria.

Se seleccionarán algunos problemas físicos relevantes. Los estudiantes analizarán las hipótesis físicas y demostrarán sus errores o aciertos a través de la aplicación de las leyes y cálculos que aprendieron durante todos los estudios del grado.



BIBLIOGRAFÍA:

C.M.R. Fowler, "the Solid Earth. An introduction to Global Geophysics". Cambridge University Press. 2005

P. Olson. "Core Dynamics, Treatise of Geophysics". 2009

Buffet, B.A. "Earth's Core and Geodynamo". Science, 288. 2000

Stevenson, D.J. "Planetary science: Mission to Earth's core — a modest proposal". Nature 423, 239-240. 2003

I. de Pater, J.J. Lissauer. Planetary Sciences. Cambridge University Press. 2006.

G.W. Pröls. Physics of the Earth's Space Environment, Springer Verlag, Berlin, 2003

R. Wissman, L.C. McFadden and T.V. Johnson (eds). Encyclopedia of the Solar System, Academic Press, Inc. New York. 1999.



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2019-2020

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Física de la Tierra y Astrofísica	
TÍTULO:	Estructura y dinámica planetaria en la Ciencia Ficción. Análisis y crítica científica IV	
TITLE:	Structure and planetary dynamics in Science Fiction. Analysis and scientific evaluation IV.	
SUPERVISOR/ES:	Javier Pavón	
NÚMERO DE PLAZAS:	1	
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa	Selección por expediente <input checked="" type="checkbox"/>

OBJETIVOS:

Analizar de forma crítica algunos de los supuestos que aparecen en la literatura y filmografía de Ciencia Ficción en relación con el conocimiento científico actual de la Tierra y de otros planetas.

- Identificar las hipótesis físicas que subyacen.
- Estudiar la viabilidad de las hipótesis.
- Determinar los errores, márgenes de incertidumbre, etc, indicando cuáles serían las soluciones científicas más plausibles.

METODOLOGÍA:

Se les proporcionará a los estudiantes una película, novela, cómic u otros soportes de ciencia ficción relacionados con la física de la Tierra y la física planetaria.

Se seleccionarán algunos problemas físicos relevantes. Los estudiantes analizarán las hipótesis físicas y demostrarán sus errores o aciertos a través de la aplicación de las leyes y cálculos que aprendieron durante todos los estudios del grado.



BIBLIOGRAFÍA:

C.M.R. Fowler, "the Solid Earth. An introduction to Global Geophysics", Cambridge University Press. 2005

P. Olson. "Core Dynamics, Treatise of Geophysics". 2009

Buffet, B.A. "Earth's Core and Geodynamo". Science, 288. 2000

Stevenson, D.J. "Planetary science: Mission to Earth's core — a modest proposal". Nature 423, 239-240. 2003

I. de Pater, J.J. Lissauer. Planetary Sciences. Cambridge University Press. 2006.

G.W. Pröls. Physics of the Earth's Space Environment, Springer Verlag, Berlin, 2003

R. Wissman, L.C. McFadden and T.V. Johnson (eds). Encyclopedia of the Solar System, Academic Press, Inc. New York. 1999.



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2019-20

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Física de la Tierra y Astrofísica
TÍTULO:	¿Se está invirtiendo el Campo Magnético de la Tierra?
TITLE:	Is the Earth's Magnetic Field going to reverse?
SUPERVISOR/ES:	Francisco Javier Pavón Carrasco
NÚMERO DE PLAZAS:	2
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa <input type="checkbox"/> Selección por expediente <input checked="" type="checkbox"/>

OBJETIVOS:

El objetivo del trabajo que se oferta es analizar algunas características del campo magnético de la Tierra de origen interno (campo principal) a partir de modelos en armónicos esféricos del campo actual (1900 – 2020) y del campo en el pasado (últimos 14000 años). El objetivo principal será analizar y discutir si dichos parámetros geomagnéticos indican o no si estamos yendo hacia una nueva inversión geomagnética.

METODOLOGÍA:

El trabajo incluye varias actividades, desde la recopilación bibliográfica necesaria para entender el estado del arte en el ámbito del estudio que se propone, hasta el uso de datos procedentes de modelos de referencia del campo geomagnético. Para ello se hará uso de buscadores web de información bibliográfica (SCOPUS, Web of Knowledge, etc.) y se necesitará que el alumno/a esté familiarizado con software de programación (Matlab, Python, etc.) a nivel muy básico. Se requiere además conocimientos básicos de geofísica (geomagnetismo, en concreto).

BIBLIOGRAFÍA:

Hulot, G., Sabaka, T.J., Olsen, N., and Fournier, A., (2015). The Present and Future Geomagnetic Field. Treatise on Geophysics, 2nd edition, (2015), vol. 5, pp. 33-78.

Olsen, N., Hulot, G., and Sabaka, T.J., (2014) Sources of the Geomagnetic Field and the Modern Data That Enable Their Investigation. Handbook of Geomathematics. Springer-Verlag. Berlin.



Además, se le proporcionará al alumno/a algunas publicaciones en revistas indexadas que tratan sobre esta temática.



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2019-20

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Física de la Tierra y Astrofísica	
TÍTULO:	Elaboración de un modelo numérico de interior estelar	
TITLE:	Development of a stellar-interior numerical model	
SUPERVISOR/ES:	Nicolás Cardiel	
NÚMERO DE PLAZAS:	4	
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa <input type="checkbox"/>	Selección por expediente <input checked="" type="checkbox"/>

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. El alumno deberá realizar una discusión razonada de dichos resultados.

METODOLOGÍA:

Se facilitará a los alumnos un manual completo en el que se describirán en detalle las ecuaciones a resolver. El modelo numérico podrá programarse en cualquier lenguaje de programación a elegir por el alumno.

El modelo tendrá que resolver las 4 ecuaciones fundamentales del interior estelar:

- (1) la ecuación de continuidad de la masa
- (2) la ecuación de equilibrio hidrostático
- (3) la ecuación de equilibrio energético
- (4) la ecuación de transporte de energía (casos radiativo y convectivo)

El manual del trabajo facilitado a los alumnos describirá en detalle el procedimiento algorítmico que habrá que seguir para proceder a la integración de dichas ecuaciones.



La estrategia que se seguirá es mixta: se combinará la integración desde la superficie estelar hacia el interior con la integración desde el interior estelar hacia la superficie. Será necesario unir las soluciones en un punto intermedio que, como se verá, será el límite entre el núcleo convectivo y la envoltura radiativa.

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 la asignatura “Astrofísica Estelar” (optativa de la materia Astrofísica y Cosmología, 4º Grado en Física, módulo de Física Fundamental). Finalmente, es importante que el alumno posea conocimientos de programación en algún lenguaje (Python, C, Fortran, etc.).

Aunque se ofrecen varias plazas para este TFG, a cada alumno 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 el profesor responsable de la supervisión de los trabajos)

– *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 2019-20

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Física de la Tierra y Astrofísica	
TÍTULO:	Elaboración de una submuestra de galaxias a partir de las exploraciones SDSS y MANGA para el estudio de vientos galácticos con MEGARA	
TITLE:	Selection of a subsample of galaxies from the SDSS and MANGA explorations for the study of galactic winds with MEGARA.	
SUPERVISOR/ES:	África Castillo Morales	
NÚMERO DE PLAZAS:	1	
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa <input type="checkbox"/>	Selección por expediente <input checked="" type="checkbox"/>

OBJETIVOS:

Los principales objetivos en este trabajo se centran en:

- La selección de una submuestra de galaxias a partir de las exploraciones SDSS y MANGA.
- El análisis de los espectros nucleares asociados a esa submuestra (usando datos de SDSS y MaNGA disponibles) para la detección de NaID interestelar.
- La determinación de la anchura equivalente y cinemática del gas interestelar detectado, recopilación de la información multi-longitud de onda de aquellas galaxias donde se haya detectado gas interestelar desplazado hacia el azul.

METODOLOGÍA:

- A partir de las exploraciones SDSS y MANGA se hará una selección de galaxias (basándose en parámetros como inclinación, tamaño, brillo superficial, tipo morfológico, etc) donde se favorezcan las condiciones para encontrar la presencia de gas interestelar NaID en los núcleos de galaxias.
- Se llevará a cabo, utilizando software específico (pPXF) el ajuste de la población estelar en los espectros nucleares seleccionados para la detección de NaID interestelar. La detección de este gas interestelar desplazado hacia el azul es una evidencia de la presencia de un viento galáctico (su fase más fría). Se realizarán medidas de la anchura equivalente de absorción y de la cinemática del gas interestelar detectado.



- Se hará una recopilación de toda la información multi-longitud de onda disponible para la submuestra de galaxias que resulte con presencia de NaD interestelar y que resultará de gran interés para las futuras observaciones con MEGARA.

Se recomienda que los alumnos tengan conocimientos básicos de Astrofísica: al menos deberán haber cursado la asignatura de "Astrofísica" de 3º del Grado en Física y la asignatura de "Astrofísica Extragaláctica" de 4º del Grado en Física. También será necesario por parte del alumno el desarrollo de una pequeña parte de software (Python) para el análisis de los datos, así como el uso de software astronómico específico.

BIBLIOGRAFÍA:

1. Guión elaborado por el profesor responsable de la supervisión de los trabajos.
2. Galactic Astronomy, J.Binney & M.Merrifield, Princeton,1998.
3. Dynamics of Galaxies, G. Bertin, Cambridge Universtiy Press, 2014.



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2019-20

Ficha de Trabajo 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	
SUPERVISOR/ES:	M. Ángeles Gómez Flechoso	
NÚMERO DE PLAZAS:	1	
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa <input type="checkbox"/>	Selección por expediente <input checked="" type="checkbox"/>

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 necesarios conocimientos básicos de programación, así como de Mecánica, Estadística y Astrofísica (a nivel de la asignatura de Astrofísica de 3º del Grado en Física).

BIBLIOGRAFÍA:

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





FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2019-20

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Física de la Tierra y Astrofísica
TÍTULO:	Tras las huellas cinemáticas de las estructuras a gran escala de la Vía Láctea: estudio del catálogo estelar de Gaia
TITLE:	Looking for the kinematic imprints of large scale structures of the Milky Way: a study of the Gaia stellar catalogue
SUPERVISOR/ES:	Santi Roca-Fàbrega
NÚMERO DE PLAZAS:	2
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa <input type="checkbox"/> Selección por expediente <input checked="" type="checkbox"/>

OBJETIVOS:

El objetivo de este trabajo es el de iniciarse en el uso de una de las bases de datos astronómicas más reciente y completa para, mediante el análisis de algunos de los parámetros que en ella aparecen, obtener información que permita responder a algunas de las grandes cuestiones sobre la estructura y formación de nuestra galaxia que aún quedan por resolver.

METODOLOGÍA:

Se usarán los datos observacionales del DR2 de Gaia disponibles en la página web del proyecto, además de varias herramientas estadísticas de análisis escritas en *Python*, o generadas por el propio estudiante en el lenguaje de programación que éste domine. Con las herramientas de análisis se obtendrá información sobre parámetros cinemáticos de la componente estelar de la Vía Láctea, que deberán interpretarse bajo las teorías de formación y evolución de galaxias.

BIBLIOGRAFÍA:

- D. Katz, et al. 2018 (Gaia collaboration) <https://doi.org/10.1051/0004-6361/201832865>
P. Ramos, T. Antoja, F. Figueras, 2018, <https://arxiv.org/abs/1805.09790>
T. Antoja et al. 2017, <https://arxiv.org/abs/1706.02748>
T. Antoja et al. 2016, <https://arxiv.org/abs/1602.07687>
Roca-Fabrega et al. 2014, <https://arxiv.org/abs/1401.4191>



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2019-20

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Física de la Tierra y Astrofísica
TÍTULO:	Estructura y dinámica planetaria en la Ciencia Ficción. Análisis y crítica científica V
TITLE:	Structure and planetary dynamics in Science Fiction. Analysis and scientific evaluation V
SUPERVISOR/ES:	Santi Roca-Fàbrega
NÚMERO DE PLAZAS:	1
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa <input type="checkbox"/> Selección por expediente <input checked="" type="checkbox"/>

OBJETIVOS:

Analizar de forma crítica algunos de los supuestos que aparecen en la literatura y filmografía de Ciencia Ficción en relación con el conocimiento científico actual de la Tierra y de otros planetas.

- Identificar las hipótesis físicas que subyacen.
- Estudiar la viabilidad de las hipótesis.
- Determinar los errores, márgenes de incertidumbre, etc. Indicando cuales serían las soluciones científicas más plausibles.

METODOLOGÍA:

Se les proporcionará a los estudiantes una película, novela, cómic u otros soportes de ciencia ficción relacionados con la física de la Tierra y la física planetaria.

Se seleccionarán algunos problemas físicos relevantes. Los estudiantes analizarán las hipótesis físicas y demostrarán sus errores o aciertos a través de la aplicación de las leyes y cálculos que aprendieron durante todos los estudios del grado.

BIBLIOGRAFÍA:

C.M.R. Fowler, "the Solid Earth. An introduction to Global Geophysics". Cambridge University Press. 2005

P. Olson. "Core Dynamics, Treatise of Geophysics". 2009

Buffet, B.A. "Earth's Core and Geodynamo". Science, 288. 2000



Stevenson, D.J. "Planetary science: Mission to Earth's core — a modest proposal".
Nature 423, 239-240. 2003

I. de Pater, J.J. Lissauer. Planetary Sciences. Cambridge University Press. 2006.

G.W. Pröls. Physics of the Earth's Space Environment, Springer Verlag, Berlin, 2003

R. Wissman, L.C. McFadden and T.V. Johnson (eds). Encyclopedia of the Solar
System, Academic Press, Inc. New York. 1999.



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2019-20

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Física de la Tierra y Astrofísica
TÍTULO:	Impacto del cambio climático en la circulación estratosférica
TITLE:	Impact of climate change on the stratospheric circulation
SUPERVISOR/ES:	Marta Ábalos Álvarez
NÚMERO DE PLAZAS:	2
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa <input type="checkbox"/> Selección por expediente <input checked="" type="checkbox"/>

OBJETIVOS:

- Adquirir conocimientos sobre la circulación meridiana media estratosférica y el efecto esperado del cambio climático sobre la misma
- Entender las dificultades para extraer la señal de cambio climático debidas a la variabilidad natural y la relación entre señal y ruido
- Aplicar métodos estadísticos para estimar la tendencia y su incertidumbre en series temporales
- Adquirir experiencia en programación y análisis de datos

METODOLOGÍA:

En primer lugar, el alumno realizará una revisión bibliográfica acerca de la circulación meridiana media en la estratosfera y su importancia para el transporte global de compuestos químicos y la distribución del calor en esta capa atmosférica.

A partir de datos de modelos climáticos (un modelo distinto para cada TFG) se estimará la aceleración de dicha circulación debida al cambio climático a lo largo del siglo XXI. Los análisis se centrarán en el estudio de las tendencias en distintas regiones de la estratosfera, las llamadas ramas profunda y somera de la circulación. Para evaluar el efecto de la variabilidad natural, se analizará la dependencia de las tendencias obtenidas de la longitud del periodo considerado. Además, se evaluará la consistencia de los resultados entre distintos miembros de un ensemble para cada modelo.

BIBLIOGRAFÍA:

- Artículos científicos especializados.
- Holton, J. R. (1992). An Introduction to Dynamic Meteorology (3rd Edn), Academic Press. Elsevier.
- Gorgas, Cardiel y Zamorano. Estadística básica para estudiantes de ciencias. UCM



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2019-20

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Física de la Tierra y Astrofísica	
TÍTULO:	Mecanismos atmosféricos de transporte de calor y momento en los extratropicos del Hemisferio Norte.	
TITLE:	Mechanisms of atmospheric heat and momentum transport in the Northern Hemisphere extratropics	
SUPERVISOR/ES:	Pablo Zurita Gotor	
NÚMERO DE PLAZAS:	3	
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa <input type="checkbox"/>	Selección por expediente <input checked="" type="checkbox"/>

OBJETIVOS:

- Entender la importancia de la advección para la redistribución de energía y momento en la atmósfera
- Entender la distinción entre transporte medio y transporte eddy (o transporte turbulento)
- Analizar la variabilidad estacional e interanual del transporte eddy en el Hemisferio Norte usando datos observacionales.
- Representar los aspectos más destacables de esta variabilidad mediante mapas.

METODOLOGÍA:

En la primera parte del trabajo, el alumno efectuará una revisión bibliográfica en la que se familiarizará con los balances de calor y momento en la atmósfera, así como con el papel jugado por la circulación atmosférica en este balance. También se familiarizará con la descomposición de Reynolds y el concepto de flujos turbulentos. Posteriormente, el supervisor proporcionará al alumno series temporales con los transportes eddy observados en el Hemisferio Norte. A partir de estos datos, el alumno analizará usando el software científico Matlab la evolución estacional del transporte eddy así como la variabilidad interanual de dicho transporte en las distintas estaciones.

BIBLIOGRAFÍA:

- Peixoto and Oort (1992): Physics of Climate. American Institute of Physics
- Artículos científicos especializados



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2019-20

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Física de la Tierra y Astrofísica	
TÍTULO:	Efectos del cambio climático en la estratosfera: cambios futuros en la ruptura final del vórtice polar	
TITLE:	Climate change effects on the stratosphere: future changes in the final polar vortex breakdown	
SUPERVISOR/ES:	Blanca Ayarzagüena Porras	
NÚMERO DE PLAZAS:	2	
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa <input type="checkbox"/>	Selección por expediente <input checked="" type="checkbox"/>

OBJETIVOS:

- Aprender los aspectos básicos de la dinámica estratosférica polar y en especial, de su evolución estacional con especial énfasis en la transición del régimen del invierno al de verano.
- Conocer los cambios en la estratosfera polar en el futuro debido a los cambios proyectados en el futuro en las emisiones de concentraciones de gases de efecto invernadero y las partículas destructoras de ozono.
- Estudiar los cambios futuros en los aspectos más importantes de la ruptura anual del vórtice polar en el hemisferio norte (TFG1) y en el hemisferio sur (TFG2).
- Adquirir conocimientos en el manejo de salidas de modelos climáticos.

METODOLOGÍA:

En primer lugar, el alumno se servirá de la bibliografía facilitada por la supervisora, para aprender los conocimientos básicos de la dinámica estratosférica y en particular, de su estacionalidad, así como de los efectos del cambio climático antrópico en la estratosfera polar. Una vez adquiridos estos conocimientos, el alumno realizará una búsqueda bibliográfica de los estudios más recientes sobre dichos efectos en la persistencia del vórtice polar en primavera.

Más tarde, el alumno se servirá de simulaciones realizadas con un modelo climático de circulación general bajo condiciones de cambio climático antrópico para el análisis de la transición del régimen de invierno al de verano en la estratosfera polar. El alumno aplicará herramientas estadísticas para la determinación de posibles cambios futuros tanto en el estado medio de la estratosfera como en la transición de invierno a la de verano.



Se recomienda que los alumnos tengan conocimientos básicos de Física de la Atmósfera, hayan cursado las asignaturas “Física de la Atmósfera” y “Estadística y Análisis de Datos” de 3º del Grado en Física y/o alguna de las asignaturas de Meteorología Dinámica y Termodinámica de la Atmósfera de 4º del Grado en Física.

BIBLIOGRAFÍA:

1. Guión elaborado por la profesora responsable de la dirección del trabajo.
2. Ahrens, C.D.: *Meteorology Today*, 6a edición. West Publ. Co. (2000).
3. Peixoto, J.P. & A.H. Oort: *Physics of Climate*. American Institute of Physics. (1992, 1995).
4. Polvani, L. M., A. H. Sobel & D. W. Waugh: *The Stratosphere: Dynamics, transport and chemistry*. AGU. (2010).
5. Karpechko A., Maycock, A. *WMO/UNEP Scientific Assessment of Ozone Depletion: 2018. Chapter 5: Stratospheric Ozone Changes and Climate*. (2018)
6. J. Gorgas, N Cardiel y J Zamorano: *Estadística básica para estudiantes de Ciencias*. UCM.



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2019-20

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Física de la Tierra y Astrofísica	
TÍTULO:	El papel de las condiciones meteorológicas en la evolución de un episodio de contaminación atmosférica	
TITLE:	Meteorological conditions driving an air pollution event	
SUPERVISOR/ES:	Carlos Ordóñez García	
NÚMERO DE PLAZAS:	2	
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa <input type="checkbox"/>	Selección por expediente <input checked="" type="checkbox"/>

OBJETIVOS:

Caracterizar las situaciones meteorológicas que dan lugar a episodios de contaminación atmosférica en Europa y que determinan la evolución y duración de los mismos.

Comprender el papel de las condiciones meteorológicas a escala sinóptica y mesoescala, así como la importancia de las variables meteorológicas más relevantes (ej. temperatura, viento) según el contaminante en cuestión.

Cada estudiante analizará en detalle un episodio de contaminación distinto.

METODOLOGÍA:

1. Se hará una revisión bibliográfica de algunos artículos científicos relacionados con el impacto de la meteorología en las concentraciones de contaminantes atmosféricos.
2. El tutor proporcionará a cada estudiante detalles sobre un episodio de contaminación concreto que haya afectado a una zona suficientemente extensa de Europa durante los últimos años.
3. El uso de una herramienta sencilla de visualización de datos (Panoply) permitirá crear mapas de la evolución de las concentraciones diarias de un contaminante, como ozono superficial o partículas en suspensión, a partir de observaciones interpoladas en una malla regular. También existe la posibilidad de usar salidas de modelos.
4. Se emplearán diversos recursos disponibles en internet (ej. archivos de mapas sinópticos procedentes de reanálisis meteorológicos) y, posiblemente, catálogos de sistemas anticiclónicos, retrotrayectorias y otros



datos procedentes de modelos u observaciones, para estudiar las condiciones meteorológicas. Esto permitirá determinar el papel de la meteorología en el desencadenamiento, evolución y finalización del episodio.

Se recomienda que los alumnos hayan cursado o estén cursando dos de las siguientes asignaturas de 4º curso del Grado en Física: Meteorología Dinámica, Termodinámica de la Atmósfera, y Geofísica y Meteorología Aplicadas.

BIBLIOGRAFÍA:

Aarnio et al.: Analysis and evaluation of selected PM₁₀ pollution episodes in the Helsinki Metropolitan Area in 2002, *Atmospheric Environment*, 42, 3992–4005, 2008.

Bessagnet et al.: Origin of particulate matter pollution episodes in wintertime over the Paris Basin, *Atmospheric Environment*, 39, 6159–6174, 2005.

Garrido-Perez, J. M. et al.: Strong signatures of high-latitude blocks and subtropical ridges in winter PM₁₀ over Europe, *Atmospheric Environment*, 167, 49-60, <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2017.08.004>, 2017.

Jacob, D.J., & Winner, D. A.: Effect of climate change on air quality, *Atmospheric Environment*, 43, 51–63, <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2008.09.051>, 2009.

Otero, N., et al.: Synoptic and meteorological drivers of extreme ozone concentrations over Europe. *Environ. Res. Lett.*, 11, 024005, 2016.

Schnell, J. L., et al.: Skill in forecasting extreme ozone pollution episodes with a global atmospheric chemistry model, *Atmos. Chem. Phys.*, 14, 7721-7739, 2014.

Tressol, M., et al.: Air pollution during the 2003 European heat wave as seen by MOZAIC airliners, *Atmos. Chem. Phys.*, 8, 2133-2150, <https://doi.org/10.5194/acp-8-2133-2008>, 2008.

Otros recursos disponibles:

<https://www.giss.nasa.gov/tools/panoply/>

<https://atmosphere.copernicus.eu/air-quality>

<https://www.ready.noaa.gov/HYSPLIT.php>

<https://www.esrl.noaa.gov/psd/data/composites/day/>

<http://www.meteociel.fr/>

<http://www.wetterzentrale.de/es/reanalysis.php?model=cfsr&var=1&map=1>

<http://www.eumetrain.org/>

<http://www.sat.dundee.ac.uk/geobrowse>



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2019-20

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Física de la Tierra y Astrofísica	
TÍTULO:	Estudio de la turbulencia y su aplicación a la atmósfera terrestre	
TITLE:	Study of the turbulence and its application to the Earth's atmosphere	
SUPERVISOR/ES:	Carlos Yagüe Anguís	
NÚMERO DE PLAZAS:	2	
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa <input type="checkbox"/>	Selección por expediente <input checked="" type="checkbox"/>

OBJETIVOS:

El objetivo principal de este trabajo es que el alumno realice un estudio bibliográfico del fenómeno físico de la turbulencia* en los fluidos, centrándose especialmente en la turbulencia observada en la baja atmósfera terrestre. Además, como parte aplicada del trabajo, de un modo relativamente sencillo, el alumno podría evaluar el carácter turbulento del flujo atmosférico a partir del análisis de series temporales procedentes de anemómetros sónicos.

(*) La turbulencia es un proceso físico asociado a la naturaleza aparentemente caótica de muchos flujos naturales, que se manifiesta en forma de fluctuaciones irregulares, casi aleatorias de la velocidad, temperatura o concentraciones de escalares (humedad, contaminantes, etc) alrededor de sus valores medios en el tiempo y en el espacio.

METODOLOGÍA:

- Documentación de aspectos relacionados con la teoría de la turbulencia en dinámica de fluidos y en la atmósfera.
- Análisis de series temporales de alta frecuencia (10-20 Hz) procedentes de anemómetros sónicos instalados en campañas de campo micrometeorológicas: Evaluación y caracterización de la intensidad turbulenta en la baja atmósfera.

BIBLIOGRAFÍA:

- Arya, S.P.A. (2001): Introduction to Micrometeorology. Academic Press. 2nd edition, 420 pp.
- Stull, R. B. (1988): An Introduction to Boundary Layer Meteorology. Kluwer Academic Publishers, 666 pp.
- Wyngaard, J. C. (2010): Turbulence in the Atmosphere. Cambridge University Press, 393 pp.



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2019-20

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Física de la Tierra y Astrofísica
TÍTULO:	Variabilidad estacional del agujero de ozono en la Antártida
TITLE:	Seasonal variability of the ozone hole over Antarctica
SUPERVISOR/ES:	Natalia Calvo Fernández
NÚMERO DE PLAZAS:	3
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa <input type="checkbox"/> Selección por expediente <input checked="" type="checkbox"/>

OBJETIVOS:

Estudiar la evolución a lo largo del otoño, invierno y primavera australes de la pérdida de ozono en la baja estratosfera, lo que se conoce como el agujero de ozono. Comparar con la climatología.

Adquirir conocimientos sobre la dinámica y la química del agujero de ozono que expliquen los valores estacionales. Adquirir manejo con las bases de datos de ozono.

Cada estudiante analizará en detalle la evolución del agujero de ozono en un año en concreto.

METODOLOGÍA:

1. Se hará una revisión bibliográfica de algunos artículos científicos relacionados con el origen del agujero de ozono y el papel de la dinámica en el mismo.
2. El supervisor proporcionará a cada estudiante detalles sobre un año en concreto en el que la evolución del agujero de ozono haya sido particularmente interesante.
3. Para el análisis de cada caso, los alumnos utilizarán imágenes de satélite que se analizarán por medio de un software disponible en internet. También existe la posibilidad de usar salidas de modelos.
4. Los resultados se presentarán de forma gráfica (mapas y diagramas) que serán discutidos por el alumno en el informe final.
5. Habrá una reunión inicial con todos los alumnos en la que se explicará el



trabajo a realizar, y se facilitará el guión del trabajo a desarrollar. Posteriormente, cada alumno podrá interactuar con el supervisor a través de tutorías.

Se recomienda que los alumnos tengan conocimientos básicos de Física de la Atmósfera, hayan cursado la asignatura “Física de la Atmósfera” de 3º del Grado en Física, y/o alguna de las asignaturas de Meteorología Dinámica, Termodinámica de la Atmósfera y Geofísica y Meteorología Aplicadas de 4º del Grado en Física.

BIBLIOGRAFÍA:

1. Guión elaborado por el profesor responsable de la supervisión de los trabajos.
2. M. I. Hegglin. Twenty Questions and Answers about the ozone layer: 2014 update. Scientific Assessment of Ozone depletion: 2014. 84pp. World Meteorological Organization, Geneva, Switzerland, 2015.
3. Recursos de internet.



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2019-20

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Física de la Tierra y Astrofísica
TÍTULO:	Análisis climático en la Sierra de Guadarrama
TITLE:	Climate in the Sierra de Guadarrama
SUPERVISOR/ES:	J. Fidel González Rouco
NÚMERO DE PLAZAS:	1
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa <input type="checkbox"/> Selección por expediente <input checked="" type="checkbox"/>

OBJETIVOS:

Este trabajo se orienta al análisis de variables relevantes en el contexto de la red de observación meteorológica y de subsuelo GuMNet (Guadarrama Monitoring Network; www.ucm.es/gumnet).

Los objetivos del trabajo son:

- Familiarizar al alumno con los problemas en la observación de variables atmosféricas y de subsuelo.
- Entender las variaciones en la temperatura del suelo bajo régimen conductivo y su relación con la cobertura nieve en la Sierra de Guadarrama.
- Entender la relación entre los cambios atmosféricos y de subsuelo en la Sierra de Guadarrama y las variaciones climáticas a gran escala.

METODOLOGÍA:

- 1.- Se realizará un análisis bibliográfico de textos y artículos relacionados con el tema.
- 2.- Se obtendrán los datos de variables relevantes en la zona de interés.
- 3.- Se estudiará mediante métodos estadísticos las variaciones de las temperaturas del aire y subsuelo, así como de la cubierta de nieve en la región de interés.

Actividades formativas:

- 1.- Reunión inicial de planteamiento y objetivos del trabajo, orientando la lectura de bibliografía relacionada.
- 2.- Reunión proporcionando datos útiles para el trabajo y evaluando la experiencia en programación por parte del alumno.
- 3.- Tutorías dirigidas al seguimiento y evolución del trabajo.



Se recomienda tener conocimientos de programación en matlab, R, fortran, etc.
Beneficioso si hay experiencia en entorno Linux.

BIBLIOGRAFÍA:

1. Gorgas, J, N Cardiel y J Zamorano: Estadística básica para estudiantes de Ciencias. UCM
2. Peixoto, J.P. and A.H. Oort: Physics of Climate. American Institute of Physics. (1992, 1995).

Se proporcionarán artículos científicos descriptivos del tipo de análisis a realizar.



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2019-20

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Física de la Tierra y Astrofísica
TÍTULO:	Cambio climático: temperatura y cambios en la energía del planeta
TITLE:	Climate change: temperature and energy balance.
SUPERVISOR/ES:	J. Fidel González Rouco
NÚMERO DE PLAZAS:	1
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa <input type="checkbox"/> Selección por expediente <input checked="" type="checkbox"/>

OBJETIVOS:

- Comprender la relación entre la temperatura de equilibrio de la Tierra o una región de la misma y el balance energético.
- Comprender la relación entre cambios en el balance energéticos y cambios en la temperatura de equilibrio.
- Entender la diferencia entre variabilidad climática forzada y variabilidad interna
- Adquirir experiencia en programación y uso de bases de datos climáticas.

METODOLOGÍA:

1.- Se realizará un análisis bibliográfico de textos y artículos relacionados con el tema.

2.- Se obtendrán los datos de cambios en factores de forzamiento que tienen una influencia en el sistema climático (variabilidad solar, volcanes, gases de efecto invernadero, etc) y de temperaturas en la zona de interés (e.g. Europa, Península Ibérica).

3.- Se analizará estadísticamente la relación entre las temperaturas en la región de interés y los factores que regulan la energía que entra en el planeta.

Actividades formativas:

1.- Reunión inicial de planteamiento y objetivos del trabajo, orientando la lectura de bibliografía relacionada.



2.- Reunión proporcionando datos útiles para el trabajo y evaluando la experiencia en programación por parte del alumno.

3.- Tutorías dirigidas al seguimiento y evolución del trabajo.

Se recomienda tener conocimientos de programación en matlab, R, fortran, etc. Beneficioso si hay experiencia en entorno Linux.

BIBLIOGRAFÍA:

1. Gorgas, J, N Cardiel y J Zamorano: Estadística básica para estudiantes de Ciencias. UCM
2. Peixoto, J.P. and A.H. Oort: Physics of Climate. American Institute of Physics. (1992, 1995).
3. Stocker, T.F. et al., 2013: Technical Summary. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. Se proporcionarán artículos científicos descriptivos del tipo de análisis a realizar.



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2019-20

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Física de la Tierra y Astrofísica	
TÍTULO:	Características e impactos del fenómeno de El Niño – Oscilación del Sur	
TITLE:	Characteristics and impacts of the El Niño - Southern Oscillation	
SUPERVISOR/ES:	Elsa Mohino Harris	
NÚMERO DE PLAZAS:	2	
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa <input type="checkbox"/>	Selección por expediente <input checked="" type="checkbox"/>

OBJETIVOS:

- Conocer las principales características del fenómeno El Niño – Oscilación del Sur
- Conocer algunos de los impactos de este fenómeno en regiones remotas (teleconexiones)
- Manejo de software adecuado a la representación de campos climatológicos y sus anomalías

METODOLOGÍA:

-En un primer paso, el alumno realizará una revisión bibliográfica acerca de las principales características del fenómeno de El Niño – Oscilación del Sur, basándose en la bibliografía recomendada y en los artículos científicos específicos facilitados.

-En un segundo paso, el alumno analizará datos de reanálisis y observaciones para caracterizar de forma práctica las condiciones que se observan durante episodios de este fenómeno. En particular, el alumno representará con software específico las anomalías de variables como la temperatura en superficie o la precipitación asociadas a este fenómeno

Se recomienda que los alumnos tengan conocimientos básicos de Física de la Atmósfera, hayan cursado las asignaturas “Física de la Atmósfera” y “Estadística y Análisis de Datos” de 3º del Grado en Física y/o alguna de las asignaturas de Meteorología Dinámica y Termodinámica de la Atmósfera de 4º del Grado en Física.

BIBLIOGRAFÍA:

1. Hartmann, D.L. (1994): Global Physical Climatology. AcademicPress Inc. (411pp)



2. Leroux, M. (1998): Dynamic Analysis of Weather and Climate: atmospheric circulation, perturbations, climate evolution. Wiley & Sons. (365 pp)
3. Potter, T. y Colman B.R. (2003): Handbook of weather, climate, and water : atmospheric chemistry, hydrology, and societal impacts. Wiley-Interscience (973pp)
4. J. Gorgas, N Cardiel y J Zamorano: Estadística básica para estudiantes de Ciencias. UCM.
5. Artículos científicos específicos sobre la dinámica del fenómeno de El Niño-Oscilación del Sur y sobre alguno de sus impactos.



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2019-20

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Física de la Tierra y Astrofísica
TÍTULO:	Análisis de los calentamientos súbitos estratosféricos y su impacto en la variabilidad climática de Europa
TITLE:	Analysis of sudden stratospheric warmings and their impact on European climate variability
SUPERVISOR/ES:	Álvaro de la Cámara Illescas
NÚMERO DE PLAZAS:	2
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa <input type="checkbox"/> Selección por expediente <input checked="" type="checkbox"/>

OBJETIVOS:

- Adquirir conocimientos sobre dinámica estratosférica y el acoplamiento de las circulaciones troposférica-y estratosférica
- Adquirir experiencia en programación y análisis de datos

METODOLOGÍA:

El/la estudiante realizará una revisión bibliográfica de los calentamiento súbito estratosféricos, la dinámica asociada, y su importancia en la variabilidad climática en Europa y la mejora de la predicción estacional del clima.

Usando datos del reanálisis del Centro Europeo de Predicción a Medio Plazo, el objetivo del TFG es realizar un análisis de la evolución temporal del estado de la estratosfera durante el desarrollo de un calentamiento súbito estratosférico (con especial énfasis en entender el forzamiento dinámico de dicho evento), y analizar el impacto en temperatura y precipitación en la región del Atlántico Norte y Eurasia.

BIBLIOGRAFÍA:

- Artículos científicos especializados.
- Holton, J. R. (1992). An Introduction to Dynamic Meteorology (3rd Edn), Academic Press.
- Andrews, Holton y Leovy (1987): Middle Atmosphere Dynamics, Academic Press.



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2019-20

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Física de la Tierra y Astrofísica
TÍTULO:	Modelos conceptuales de El Niño. El Oscilador Recargado.
TITLE:	Conceptual models for El Niño phenomenon. The recharge Oscillator.
SUPERVISOR/ES:	Belén Rodríguez de Fonseca
NÚMERO DE PLAZAS:	3
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa <input type="checkbox"/> Selección por expediente <input checked="" type="checkbox"/>

OBJETIVOS:

El oscilador armónico es uno de los sistemas más estudiados en la física, ya que todo sistema que oscila alrededor de un punto de equilibrio estable se puede estudiar en primera aproximación como si fuera un oscilador. La característica principal de un oscilador armónico es que está sometido a una fuerza recuperadora, que tiende a devolverlo al punto de equilibrio estable.

En el sistema climático existen muchos fenómenos que se pueden modelizar como un oscilador. Uno de ellos es el fenómeno de El Niño, que tiene lugar en el Pacífico ecuatorial. Entender el fenómeno de El Niño, que es el primer modo de variabilidad de la temperatura de la superficie del mar en el planeta y rige los cambios en el clima global de un año a otro, será el principal objetivo de este trabajo. En particular, se trabajará con el modelo conceptual del Oscilador Recargado y se aplicará dicho modelo para reproducir las anomalías que tienen lugar en la temperatura de la superficie del mar en el Pacífico tropical asociadas al fenómeno de El Niño.

METODOLOGÍA:

- En un primer paso, el alumno realizará una revisión bibliográfica acerca del fenómeno de El Niño. Asimismo, se estudiarán las principales características de los osciladores y su formulación, deduciendo la formulación del oscilador recargado.
- En un segundo paso el alumno programará las ecuaciones del Oscilador recargado y el algoritmo de resolución.
- En un tercer paso, el alumno empleará datos de diversas variables atmosféricas y oceánicas observadas para aplicar el modelo del oscilador recargado a la hora de



reproducir la variabilidad de las anomalías de la temperatura de la superficie del mar en el Pacífico Ecuatorial, asociadas con fenómeno de El Niño.

-Es conveniente que se tengan conocimientos de programación.

BIBLIOGRAFÍA:

-Hartmann, D.L. (1994): Global Physical Climatology. Academic Press Inc. (411pp)

-G. Burgers, FF. Jin, GJ. van Oldenborgh. The simplest ENSO recharge oscillator. Geophys. Res. Lett., 3, 2005, 32, L13706, 10.1029/2005GL022951.

-Vallis, G. K. (1988). Conceptual models of El Nino and the southern oscillation. Journal of Geophysical Research: Oceans, 93(C11), 13979-13991.

-Wang, C., Deser, C., Yu, J. Y., DiNezio, P., & Clement, A. (2017). El Niño and southern oscillation (ENSO): a review. In Coral reefs of the eastern tropical Pacific (pp. 85-106). Springer, Dordrecht.

-Graham, F. S., Brown, J. N., Wittenberg, A. T., & Holbrook, N. J. (2015). Reassessing conceptual models of ENSO. Journal of Climate, 28(23), 9121-9142.

-Jin, F. F. (1997). An equatorial ocean recharge paradigm for ENSO. Part I: Conceptual model. Journal of the atmospheric sciences, 54(7), 811-829.