# LÍNEAS DE TFG, GRADO EN FÍSICA, CURSO 2025-26

**Termodinámica y Física Estadística**

- Dinámica molecular para resolver problemas en física.
- Disipación y ruido en la dinámica del sólido rígido.
- Dinámica y geometría en medios desordenados.
- Transiciones de fase. Fenómenos críticos.
- Estudio de propiedades de trabajo de conversores de energías renovables.
- Trinquete de Feynman.

**Técnicas Experimentales**

- Propiedades termodinámicas y mecánicas en interfases complejas.
- La física de los postres: investigación experimental de las propiedades mecánicas de postres viscoelásticos.
- Aplicaciones prácticas del movimiento browniano: técnicas microrreológicas.
- Sensores de lápiz y papel: fundamentación y modelización. Creación y caracterización de dispositivos sencillos.
- Técnicas experimentales aplicadas a la espectroscopía infrarroja.
- Simulaciones visuales e interactivas de experimentos en física.

**Física Cuántica y sus Aplicaciones**

- Física de partículas subatómicas.
- Simulación de estructuras y propiedades en materiales.
- Cuestiones fundamentales en mecánica cuántica.
- Sistemas cuánticos en física de la materia condensada.

**Mecánica de Fluidos**

- Simulación de fluidos complejos.
- Fenómenos de combustión.
- Modelos de simulación de superficies e interfases: la estructura de la doble capa eléctrica, teoría de Gouy-Chapman.
- Problemas de convección-difusión: simulación de emulsiones dobles.
- Dinámica de aerosoles.
- Comportamiento dinámico de fluidos viscosos.

(Sigue)

**Física Matemática**

- Dinámica no lineal: superficies de discontinuidad y fenómenos acústicos en fluidos.
- Sistemas hamiltonianos.

**Astrofísica**

- Modelo de atmósfera estelar.

**Electromagnetismo y Óptica**

- Métodos numéricos en electromagnetismo.
- Óptica avanzada: aplicaciones.

**Física Multidisciplinar y Aplicaciones de la Física**

- Fundamentos físicos de la imagen médica.
- Ciencia y análisis de datos: big data.
- Uso del hidrógeno como fuente de energía.
- Pilas de combustible.
- La física de los instrumentos musicales.
- Modelización de ecosistemas.
- Redes neuronales.
- Evaluación ambiental de sistemas energéticos.

# Grado en física

# Ficha Trabajo Fin de Grado

| **TITULO:** |
|---|
| Dinámica molecular como herramienta para resolver problemas de física |

| **DEPARTAMENTO:** | **PROFESOR/ES:** |
|---|---|
| **Física Fundamental** | Jaime Arturo de la Torre |

| **Asignaturas relacionadas:** |
|---|
| Mecánica, Física Computacional II, Termodinámica, Mecánica Estadística |

| **OBJETIVOS:** |
|---|
| Este trabajo busca que el estudiante se inicie en el desarrollo de soluciones a problemas físicos mediante el uso de herramientas de dinámica molecular. Al finalizar el trabajo, el estudiante será capaz de trabajar con distintos colectivos (NVE, NVT, NPT) y potenciales de interacción entre partículas (LJ, ZBL, Tersoff) para resolver problemas que involucren a muchas partículas. |

| **METODOLOGÍA:** |
|---|
| En este trabajo el estudiante desarrollará los conocimientos necesarios para poder implementar soluciones computacionales de dinámica molecular para modelos físicos de interés. Utilizando un paquete de simulación ya preparado, será capaz de:<br>i) Definir regiones en el espacio donde se realizarán las simulaciones<br>ii) Crear átomos con distintas estructuras cristalinas, fijando ligaduras entre ellos.<br>iii) Fijar un potencial de interacción entre átomos.<br>iv) Configurar un termostato de integración.<br>v) Realizar una simulación de un proceso físico.<br>vi) Extraer propiedades termodinámicas de la simulación realizada.<br><br>Requisitos: el estudiante debe conocer un lenguaje de programación de alto nivel y dominar el inglés. |

| **BIBLIOGRAFÍA:** |
|---|
| [1] B.J. Alder y T.E. Wainwright, Studies in Molecular Dynamics. I. General Method, JCP **31**(2) 459, 1959.<br><br>[2] D. Frenkel y B. Smit, *Understanding Molecular Simulation*, Elsevier, San Diego, 2002. |

# Grado en física

# Ficha Trabajo Fin de Grado

| **TITULO:** |
| --- |
| Disipación y ruido en la dinámica del sólido rígido |

| **DEPARTAMENTO:** | **PROFESOR/ES:** |
| --- | --- |
| **Física Fundamental** | **Pep Español, Jaime Arturo de la Torre** |

| **Asignaturas relacionadas:** |
| --- |
| Mecánica, Física Computacional, Termodinámica, Mecánica Estadística |

| **OBJETIVOS:** |
| --- |
| Un sólido rígido se mueve según las ecuaciones de Euler. Sin embargo, cuando hay efectos disipativos estas ecuaciones deben ser modificadas con nuevos términos que describen la tendencia al equilibrio del sólido. Cuando el cuerpo es de tamaño nanoscópico, las fluctuaciones térmicas empiezan a ser importantes y las ecuaciones que describen el sólido son ecuaciones diferenciales estocásticas. En este trabajo se pretende simular el movimiento de un sólido teniendo en cuenta efectos disipativos y estocásticos. |

| **METODOLOGÍA:** |
| --- |
| Después de una breve introducción teórica, basada en la bibliografía recomendada, se propone realizar simulaciones numéricas de las ecuaciones diferenciales estocásticas propuestas en la misma. |

| **BIBLIOGRAFÍA:** |
| --- |
| *1) The role of thermal fluctuations in the motion of a free body,* P. Español, M. Thachuk, J.A. de la Torre, European Journal of Mechanics – A/Solids, 103, 105184 (2024).<br><br>*2) Internal dissipation in the Dzhanibekov effect,* J.A. de la Torre, P. Español, European Journal of Mechanics – A/Solids, 103, 105298 (2024).<br><br>*3) Phase-Space and Dissipation Studies of the Dancing Wing Nut*, J.M.T. Thompson, The Physics Educator (2024) 2420001.<br><br>4) https://www.youtube.com/watch?v=H7BxgEZENaA&t=153s<br><br>5) https://www.youtube.com/watch?v=Ys5zo6F8HoQ&t=558s |

UNED Facultad de Ciencias

# Grado en física

# Ficha Trabajo Fin de Grado

| **TITULO:** |
| --- |
| Dinámica y geometría en medios desordenados |

| **DEPARTAMENTO:** | **PROFESOR/ES:** |
| --- | --- |
| Física Matemática y de Fluidos | Pedro Córdoba Torres |

| **Asignaturas relacionadas:** |
| --- |
| Física Computacional I y II. Métodos Matemáticos I - IV. Mecánica Estadística. Física del Estado Sólido. |

| **OBJETIVOS:** |
| --- |
| En esta línea de TFG se propone el estudio del crecimiento lejos del equilibrio en medios desordenados. Los medios desordenados son sistemas espacialmente extensos en los que las propiedades del transporte o propagación de una cierta señal varían localmente de forma aleatoria, generando ruido y por tanto fluctuaciones. La característica fundamental de estos sistemas es que el ruido es una propiedad intrínseca del medio (*quenched noise*). El estudio de estos sistemas nos permite entender diferentes fenómenos como el flujo de un fluido a través de un medio poroso, la propagación de incendios forestales o de epidemias en una población, la propagación de una señal eléctrica/óptica en un medio en el que las propiedades eléctricas/ópticas están espacialmente distribuidas, el tráfico en redes de carreteras o la propagación de información en redes sociales. Este tipo de fenómenos generan *interfases* que se propagan y evolucionan dinámicamente lejos del equilibrio dando lugar a geometrías irregulares. Su dinámica presentará características "universales", es decir: las propiedades de transporte no dependerán de los detalles a pequeña escala de la red, sino tan sólo de la geometría y la topología a gran escala, y de la dimensionalidad del sistema.<br><br>El paradigma de estos sistemas es el modelo de *percolación*, que es además el modelo más simple de transición de fase. Pero también resulta muy interesante considerar que el desorden es debido a una métrica localmente aleatoria, como en el modelo *First-Passage Percolation* (FPP). Fenómenos de crecimiento en estas métricas aleatorias darán lugar a geometrías estocásticas con implicaciones teóricas fundamentales en física y matemáticas, así como aplicabilidad directa a fenómenos reales. El trabajo desarrollado en esta línea de TFG consistirá en el estudio de uno de los modelos (o posibles variantes) propuestos en la literatura.<br><br>Este trabajo estará basado fundamentalmente en la simulación computacional. Por lo tanto, es **imprescindible** que el estudiante conozca (preferiblemente) un lenguaje de programación de alto nivel como C, fortran o Python, o (en su defecto) programas de cálculo numérico tipo Matlab u Octave, o programas de cálculo simbólico como Maple, Mathematica o Maxima. |

**METODOLOGÍA:**

1. Estudio de la teoría del crecimiento lejos del equilibrio y de la rugosidad cinética.
2. Planteamiento de un modelo que simule un proceso de crecimiento en un medio desordenado.
3. Implementación del algoritmo y simulación computacional del modelo.
4. Análisis de los resultados.

**BIBLIOGRAFÍA:**

- Capítulos de libros y artículos científicos:

[1] A.- L. Barabási, H. E. Stanley, *Fractal Concepts in Surface Growth*, Cambridge University Press (1995).

[2] Paul Meakin*, Fractals scaling and growth far equilibrium*, Cambridge University Press (1998).

[3] S.N. Santalla, J. Rodríguez-Laguna, T. LaGatta, R. Cuerno, Random geometry and the Kardar–Parisi–Zhang universality class, *New Journal of Physics* 17 (2015) 033018.

[4] S.N. Santalla, J. Rodríguez-Laguna, A. Celi, R. Cuerno, Topology and the Kardar-Parisi-Zhang universality class, *Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment* (2017) 023201.

[5] P. Córdoba-Torres, S.N. Santalla, R. Cuerno, J. Rodríguez-Laguna,
Kardar–Parisi–Zhang universality in first-passage percolation: the role of geodesic degeneracy,
*Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment* (2018) 063212.

# Grado en física

# Ficha Trabajo Fin de Grado

| **TITULO:** |
| --- |
| Transiciones de fase. Fenómenos críticos. |

| **DEPARTAMENTO:** | **PROFESOR/ES:** |
| --- | --- |
| Física Fundamental | Javier de la Rubia Sánchez |

| **Asignaturas relacionadas:** |
| --- |
| Termodinámica. Mecánica Estadística |

| **OBJETIVOS:** |
| --- |
| El objetivo es que el estudiante se familiarice con la fenomenología de las transiciones de fase, conozca su clasificación y los métodos para describir las propiedades de la materia cerca de los puntos de transición de fase, en particular en las proximidades de los puntos críticos (fenómenos críticos). |

| **METODOLOGÍA:** |
| --- |
| Se describirá brevemente la historia del estudio de los fenómenos críticos y se analizarán los conceptos de parámetro de orden y de exponente crítico, describiendo el significado de los diferentes exponentes y presentando las relaciones matemáticas entre ellos. Se estudiará con cierto detalle la teoría de Landau de las transiciones de fase y el modelo de Ising unidimensional, mencionando y comentando los resultados para el caso de dos dimensiones (solución de Onsager) y su comparación con las predicciones de las teorías de campo medio. Se describirán las ideas que subyacen en las leyes de escala y del grupo de renormalización. |

| **BIBLIOGRAFÍA:** |
| --- |
| • H. E. Stanley, Introduction to Phase Transitions and Critical Phenomena (Oxford University Press, 1971)<br>• R. K. Pathria, Statistical Mechanics (Butterworth-Heinemann, 1996)<br>• H.E. Stanley. Scaling, universality and renormalization: Three pillars of modern critical phenomena. Reviews of Modern Physics, 71, S358 (1999). |

# Grado en física

# Ficha Trabajo Fin de Grado

| **TITULO:** |
| --- |
| Estudio de propiedades de trabajo de conversores de energías renovables. |

| **DEPARTAMENTO:** | **PROFESOR/ES:** |
| --- | --- |
| **Física Fundamental** | Julio Juan Fernández Sánchez |

| **Asignaturas relacionadas:** |
| --- |
| Física Computacional I y II, Física Cuántica I y II, Física Estadística, Física del Estado Sólido |

| **OBJETIVOS:** |
| --- |
| En esta línea el estudiante aprenderá algún método de cálculo de eficiencias de conversores de energía fotovoltaica y hará algunos cálculos de las eficiencias de las células usando algunos métodos sencillos. El objetivo es que el estudiante conozca la existencia de estos dispositivos y vea como se puede, mediante cálculos teóricos, contribuir al establecimiento de nuevas forma de producción de energía. |

| **METODOLOGÍA:** |
| --- |
| El estudiante deberá: (i) leer algunos artículos de la bibliografía especializada del tema, hacer un resumen de los mismos y usar (o hacer si quiere) un pequeño programa de cálculo para poder calcular la eficiencia, la potencial de salida, la energía consumida y otras propiedades de conversores de energía tanto térmicos como fotovoltáicos.<br><br>**Requisitos**: El alumno debe conocer un lenguaje de programación, saber inglés y además, es conveniente, que posea un buen conocimiento de matemáticas y de cálculo numérico al nivel impartido en el Grado. El estudiante debe haber cursado Física Estadística o al menos reconocer las estadísticas de Fermiones y Bosones. |

| **BIBLIOGRAFÍA:** |
| --- |
| “Mecánica Estadística” de la colección “Cuadernos de la UNED”. Autores J. J. Brey Ábalo, J. de la Rubia Pachecho, J. de la Rubia Sánchez. Colección Cuadernos de la UNED (2001) ISBN 978-84-362-4572-1.<br><br>“Thermodynamics of Energy Conversion and transport” Stanislaw Sieniutycz and A. de Vos. Springer (2000) ISBN 978-1-4612-7079-9 |

# Grado en física

# Ficha Trabajo Fin de Grado

| **TITULO:** |
| --- |
| Trinquete de Feynman |

| **DEPARTAMENTO:** | **PROFESOR/ES:** |
| --- | --- |
| Física Fundamental | Pep Español |

| **Asignaturas relacionadas:** |
| --- |
| Mecánica, Física Computacional, Termodinámica, Mecánica Estadística |

| **OBJETIVOS:** |
| --- |
| En el capítulo 46 de sus famosas Lectures, Feynman presenta un modelo sencillo que en principio parece violar la Segunda Ley de la Termodinámica. Consiste en una rueda dentada con un tope, usualmente denominada rueda de trinquete, que permite el movimiento de un eje en una dirección pero no en la opuesta. Parecería que el mecanismo permite extraer energía térmica de un baño y obtener trabajo indefinidamente. Feynman analiza el dispositivo y concluye convincentemente que esto no es posible. Sin embargo, concluye erróneamente que la máquina tiene rendimiento de Carnot. |

| **METODOLOGÍA:** |
| --- |
| El trabajo consiste en una elaboración bibliográfica de este punto, y con la realización de simulaciones por ordenador de modelos sencillos de la rueda del trinquete para obtener el rendimiento real de dicha máquina.<br>**Requisitos:** El alumno debe conocer un lenguaje de programación de alto nivel y dominar el inglés. |

| **BIBLIOGRAFÍA:** |
| --- |
| • R.P. Feynman, R.B. Leighton, and M. Sands, The Feynman Lectures on Physics, vol. 1(Addison Wesley, Reading, Massachusetts, 1963), pp. 46.1-46.9.<br>• J.R. Parrondo, and P. Español, Am. J. Phys., 64, 1125 (1996).<br>• K. Sekimoto, J. Phys. Soc. Jpn. 66 (1997) pp. 1234-1237<br>• M. O. Magnasco and G. Stolovitzky, Journal of Statistical Physics, Vol. 93, Nos. 3/4, 1998 |

# Grado en física

# Ficha Trabajo Fin de Grado

| **TITULO:** |
|---|
| Propiedades termodinámicas y mecánicas en interfases complejas |

| **DEPARTAMENTO:** | **PROFESOR/ES:** |
|---|---|
| Departamento de Física Fundamental, Departamento de Física Interdisciplinar | Mariana Rodríguez Hakim y Javier Tajuelo Rodríguez |

| **Asignaturas relacionadas:** |
|---|
| Física Computacional I y II, Física de Fluidos, Propiedades Mecánicas de los Materiales |

| **OBJETIVOS:** |
|---|
| Las interfases fluido-fluido son superficies bidimensionales que separan dos fluidos inmiscibles. Es frecuente que estas interfases estén pobladas de componentes tensioactivos, como son los detergentes o los surfactantes, que reducen la energía de la interfase y la estabilizan ante perturbaciones externas. Es decir, los surfactantes modifican las propiedades termodinámicas de la interfase, reduciendo su tensión superficial. Existen ciertos compuestos, como por ejemplo algunas proteínas, lípidos o partículas, que además de modificar las propiedades termodinámicas de la interfase, alteran las propiedades mecánicas de la superficie, como por ejemplo su viscosidad o su elasticidad. Dichas interfases se denominan "*interfases complejas*". Estas propiedades mecánicas le otorgan a la interfase la capacidad de soportar esfuerzos y deformaciones externas, y explican por qué sustancias tales como las emulsiones y las espumas que encontramos en diversos productos cotidianos (e.g. la espuma de afeitar, las cremas humectantes, el helado, la cerveza o la mayonesa) pueden permanecer estables durante largos periodos de tiempo.<br><br>Este proyecto consiste en estudiar la respuesta de una interfase que separa dos fluidos inmiscibles – en este caso una gota sumergida en un fluido exterior – ante diferentes deformaciones. Se realizará un estudio numérico que cuantifique el efecto de diferentes variables (por ejemplo, la amplitud o la velocidad de la deformación, la viscosidad de la gota o del fluido exterior, etc) en las propiedades mecánicas y termodinámicas de la interfase, enmarcando los resultados obtenidos en el contexto de aplicaciones industriales o tecnológicas. |

| **METODOLOGÍA:** |
|---|
| Este trabajo se llevará a cabo en colaboración con investigadores en la Universidad Tecnológica de Eindhoven (TU/e), Países Bajos, quienes han desarrollado un código de simulación basado en el método de elementos finitos. El alumno utilizará este código para realizar un barrido sistemático de uno o varios variables (por ejemplo, la amplitud o la velocidad de la deformación, la viscosidad de la gota o del fluido exterior, etc), con el fin de determinar la influencia de éstos en el comportamiento de la gota. Se obtendrán valores para los campos de deformación, flujo y esfuerzos en la interfase en función del tiempo y de la deformación aplicada, los cuales el alumno deberá analizar e interpretar.<br><br>Requerimiento de medios técnicos: El estudiante deberá contar con un ordenador y conocimiento de un lenguaje de programación de alto nivel (Python, C, etc). |

**BIBLIOGRAFÍA:**

Jaensson, N. O., Anderson, P. D., & Vermant, J. (2021). Computational interfacial rheology. Journal of Non-Newtonian Fluid Mechanics, 290, 104507.

Jaensson, N., & Vermant, J. (2018). Tensiometry and rheology of complex interfaces. Current opinion in colloid & interface science, 37, 136-150.

Fuller, G. G., & Vermant, J. (2012). Complex fluid-fluid interfaces: rheology and structure. Annual review of chemical and biomolecular engineering, 3, 519-543.

Danov, K. D. et al. (2015). Capillary meniscus dynamometry–Method for determining the surface tension of drops and bubbles with isotropic and anisotropic surface stress distributions. Journal of colloid and interface science, 440, 168-178.

# Grado en física

# Ficha Trabajo Fin de Grado

| **TITULO:** |
| --- |
| La física de los postres: investigación experimental de las propiedades mecánicas de postres viscoelásticos |

| **DEPARTAMENTO:** | **PROFESOR/ES:** |
| --- | --- |
| Departamento de Física Fundamental, Departamento de Física Interdisciplinar | Mariana Rodríguez Hakim y Javier Tajuelo Rodríguez |

| **Asignaturas relacionadas:** |
| --- |
| Técnicas Experimentales I y II, Física de Fluidos, Propiedades Mecánicas de los Materiales |

| **OBJETIVOS:** |
| --- |
| La textura, el sabor y la sensación de muchos alimentos depende, en gran medida, de las propiedades mecánicas de éstos. En particular, muchos postres – como son el flan, las natillas, la cuajada o el yogurt – son materiales *viscoelásticos,* lo cual quiere decir que pueden fluir como un líquido viscoso y deformarse como un sólido elástico simultáneamente. Este trabajo, de carácter experimental, consiste en medir las propiedades mecánicas y reológicas* de una serie de postres, sometidos a diferentes tipos y protocolos de deformación. Posteriormente, se intentarán relacionar estas propiedades a la textura, la masticación y la deglución de dichos alimentos.<br><br>* La *reología* es la rama de la física que estudia la deformación y el flujo de materiales viscoelásticos. |

| **METODOLOGÍA:** |
| --- |
| Este trabajo, de carácter experimental, se elaborará presencialmente en el Campus de la UNED en Las Rozas (Avda. Esparta s/n, 28232 Las Rozas de Madrid). El alumno deberá preparar las muestras en el laboratorio y llevar a cabo las medidas utilizando un reómetro rotacional de TA Instruments. El alumno deberá, además, familiarizarse con los conceptos teóricos de la reología de cizalla para poder diseñar los diferentes protocolos de deformación, que programará directamente en el software del reómetro. Los datos se almacenarán en ficheros Excel o archivos de texto, y se analizarán utilizando cualquier software capaz de leer, manipular y graficar datos (Matlab, Python, etc). |

| **BIBLIOGRAFÍA:** |
| --- |
| H. A. Barnes, J. F. Hutton, K. Walters F. R. S., An Introduction to Rheology. Elsevier Science Publishers, 1989.<br><br>Fischer, P. (2015). Rheological properties of food. Handbook of food analysis-Two, vol set. CRC Press, Boca Raton, 21-38.<br><br>Fischer, P., & Windhab, E. J. (2011). Rheology of food materials. Current Opinion in Colloid & Interface Science, 16(1), 36-40. |

# Grado en física

# Ficha Trabajo Fin de Grado

| **TITULO:** |
| --- |
| **Aplicaciones prácticas del movimiento browniano: Técnicas microreológicas.** |

| **DEPARTAMENTO:** | **PROFESOR/ES:** |
| --- | --- |
| **Física Fundamental** | Miguel Ángel Rubio Álvarez |

| **Asignaturas relacionadas:** |
| --- |
| Mecánica, Termodinámica, Mecánica Estadística, Técnicas Experimentales |

**OBJETIVOS:**

Las partículas brownianas están siendo utilizadas cada vez con más frecuencia como sondas para la medida de propiedades mecánicas de fluidos en situaciones en que se dispone de muy poco volumen de muestra y el fluido soporte tiene baja viscosidad (fluidos confinados, fluidos biológicos, líquidos iónicos, etc.). La mayor parte de estas técnicas, denominadas de microreología, se basan en la aplicación de la relación de Stokes-Einstein generalizada, que relaciona el movimiento de una partícula browniana con las propiedades mecánicas del fluido soporte.

El objetivo es que el estudiante se familiarice con las ventajas y limitaciones de estas técnicas en su aplicación, por ejemplo, a problemas de fluidos confinados por interfases fluido-fluido o fluido-sólido.

**METODOLOGÍA:**

Se proporcionarán al estudiante elementos bibliográficos fundacionales cuya lectura le permitirá comprender las ideas básicas en el campo de trabajo. A continuación, realizará una revisión bibliográfica de los últimos desarrollos en relación con alguna técnica microreológica específica (pinzas ópticas activas, *particle tracking*, etc.). En caso de que el estudiante disponga de medios informáticos adecuados (o posibilidad de conexión a servidores de cálculo) se le proporcionarán datos experimentales reales para que se familiarice con las técnicas de análisis y los modelos teóricos básicos. En caso de disponibilidad de tiempo y proximidad geográfica del estudiante se favorecerá la participación del estudiante en el proceso de realización de medidas reales en el laboratorio de investigación.

**BIBLIOGRAFÍA:**

1.- T.G. Mason, Rheologica Acta, 39 (2000) 371-378.

2.- T.A. Waigh, Reports on Progress in Physics, 68 (2005) 685-742.

2.- R.R. Brau, Journal of Optics A: Pure and Applied Optics, 9 (2007) 103-8112.

# Grado en Física
# Ficha Trabajo Fin de Grado

| **TITULO:** |
|---|
| **Sensores de lápiz y papel: fundamentación y modelización. Creación y caracterización de dispositivos sencillos.** |

| **DEPARTAMENTO:** | **PROFESOR/ES:** |
|---|---|
| **Física Interdisciplinar** | Ana Isabel Gómez Varela, Manuel Pancorbo Castro |

| **Asignaturas relacionadas:** |
|---|
| Técnicas Experimentales I, Fundamentos de Física I y II, Electromagnetismo I, Teoría de Circuitos y Electrónica. |

| **OBJETIVOS:** |
|---|
| El objetivo de este trabajo es investigar y desarrollar sensores de fuerza de bajo coste y fácil fabricación utilizando materiales comunes, como lápices y papel. Estos sensores podrían tener aplicaciones en diversos campos, como la robótica, la medicina, la industria y los dispositivos de interfaz humano-computadora. El enfoque principal será la exploración de las propiedades conductivas y resistivas de los lápices en papel y cómo pueden ser utilizados para medir y cuantificar fuerzas aplicadas. |

| **METODOLOGÍA:** |
|---|
| - Revisión exhaustiva de la literatura relacionada con sensores de fuerza, materiales conductores, propiedades de los lápices en papel y métodos de fabricación de sensores flexibles.<br>- Diseñar y fabricar prototipos de sensores utilizando lápices y papel como materiales principales.<br>- Realizar pruebas y mediciones para evaluar la respuesta de los sensores a diferentes fuerzas aplicadas. Analizar los datos obtenidos y realizar comparaciones con otros sensores comerciales para validar la efectividad de los sensores de lápiz en papel.<br>- Será necesario un equipo de medida que puede ser simplemente un polímetro y cables de conexión. Puede concertar el uso del equipo con los tutores, que disponen de material en la Sede Central de la UNED en Las Rozas y en el C.A. de A Coruña. Para concertar con otro C.A. tendrá que consultarlo previamente con los responsables de su laboratorio de Física. |

**BIBLIOGRAFÍA:**


- Ren, Tian-Ling, He Tian, Dan Xie, and Yi Yang. 2012. "Flexible Graphite-on-Paper Piezoresistive Sensors" Sensors 12, no. 5: 6685-6694. https://doi.org/10.3390/s120506685
- Ting-Kuo Kang; Tunable piezoresistive sensors based on pencil-on-paper. Appl. Phys. Lett. 17 February 2014; 104 (7): 073117. https://doi.org/10.1063/1.4866440
- Ejemplos de dispositivos: https://twitter.com/andres_2dmat/status/1257000232648409090

# Grado en física.
# Ficha Trabajo Fin de Grado

| **TITULO:** |
|---|
| Técnicas experimentales aplicadas a la espectroscopía infrarroja. |

| **DEPARTAMENTO:** | **PROFESOR/ES:** |
|---|---|
| **Física Interdisciplinar** | Mikel Sanz Monasterio, Javier Tajuelo Rodríguez y Óscar Gálvez González |

| **Nº de plazas:** | **Asignaturas relacionadas:** |
|---|---|
| **2** | Técnicas Experimentales, Física del Estado Sólido, Óptica |

**OBJETIVOS:**

El objetivo es que el alumno se familiarice con la espectroscopía infrarroja, como técnica principal de caracterización, así como determinadas herramientas de laboratorio relativas a la preparación de muestras de tamaño micro y nanométrico. Es importante recalcar que se trata de un tema que en buena parte requiere un **trabajo experimental en el laboratorio de Las Rozas**, por lo que el alumno debe poder desplazarse al laboratorio. Se plantean dos posibles temas de trabajo, aunque dependiendo del interés del estudiante pueden estar interrelacionados:

1. Síntesis, caracterización y aplicación de materiales catalíticos para la fotodegradación de microplásticos.
2. Desarrollo de dispositivos basados en Arduino para el control y captura de señales de diferentes dispositivos del laboratorio.

En estos trabajos hay una parte común donde deberán primeramente conocer los principios físicos de la espectroscopía infrarroja y el interés de los sistemas que se medirán en el laboratorio. Finalizada esa fase, se realizará un trabajo más específico y profundo en el tema elegido.

**METODOLOGÍA:**

Este trabajo permitirá adquirir los conocimientos y destrezas necesarias en el laboratorio para el empleo de dichas técnicas experimentales, así como el manejo de programas de simulación y control de sistemas Arduino.

Además, los alumnos deben aprender a redactar y exponer un trabajo, así como a manejar la información de diversas fuentes bibliográficas.

**BIBLIOGRAFÍA:**

Óptica, de E. HECHT. Editorial: Pearson Education, S.A. ISBN: 978-84-9035-492-6. ISBN e-Book: 978-84-9035-493-3.

Rubinson K.A., Rubinson J.F., “Análisis Instrumental”, Ed. Pearson Educación, 2000.

Nakamoto K., “Infrared and Raman Spectra of Inorganic and Coordination Compounds”, Ed. John Wiley & Sons, New York, 1997.

Masterson C.M., Khanna R.K., “Absorption intensities and complex refractive indices of crystalline HCN, HC3N, and C4N2 in the infrared region”, Icarus 83, 1990, 83-92.

Z. Ouyang, Y. Yang, C. Zhang, S. Zhu, L. Qin, W. Wang, D. He, Y. Zhou, H. Luo, F. J. Qin. “Recent advances in photocatalytic degradation of plastics and plastic-derived chemicals”. Mater. Chem. A (2021), 13402

# Grado en Física.
# Ficha Trabajo Fin de Grado

| **TITULO:** |
|---|
| **Línea: Simulaciones visuales e interactivas de experimentos de Física** |

| **DEPARTAMENTO:** | **PROFESOR/ES:** |
|---|---|
| **Física Interdisciplinar.** | Juan Pedro Sánchez Fernández, Pablo Domínguez García. |

| **Nº de plazas:** | **Asignaturas relacionadas:** |
|---|---|
| **2** | Asignaturas del grado de Física, especialmente Técnicas Experimentales y Física Computacional. |

**OBJETIVOS:**

Se realizará la implementación de un sistema físico orientado a práctica para un laboratorio de Física. Se pretende que el estudiante demuestre los conocimientos adquiridos en el Grado de Física y amplíe los mismos si es necesario según el sistema físico a estudiar. El estudiante debe modelar el sistema objeto de estudio y llegar a conclusiones básicas sobre el mismo a través de una simulación por ordenador. Una vez estudiado el problema y resuelta la simulación, diseñará una práctica de laboratorio para mostrar el fenómeno a través de un experimento virtual.

**METODOLOGÍA:**

Se realizará un estudio teórico y biliográfico de un sistema físico que puede implementar con un sistema de software de simulaciones tal como **Easy Java/Javascript Simulations** (EjsS) [1]. La simulación se enfocará como práctica virtual para estudiantes del grado de Física. Es recomendable tener conocimientos de programación, así como disponibilidad para aprender los fundamentos básicos de lenguajes de programación que puedan usarse en el desarrollo de las simulaciones, tales como Java [2] o Javascript [3], que son los empleados en EjsS. Además, el estudiante matriculado en esta línea debe tener en cuenta que es posible que se le proporcione un documento de instrucciones sobre el trabajo que incluirá una serie de plazos adicionales para realizar entregas parciales a lo largo del curso.

**BIBLIOGRAFÍA:**

[1] Easy Java/Javascript Simulations: https://www.um.es/fem/EjsWiki/

[2] Barnes, D., Kölling, M. Programación orientada a objetos con Java usando BlueJ.

[3] Paul Wilton, Jeremy McPeak. Beginning JavaScript.

# Grado en física

# Ficha Trabajo Fin de Grado

| **TITULO:** |
| --- |
| Física de partículas subatómicas |

| **DEPARTAMENTO:** | **PROFESOR/ES:** |
| --- | --- |
| **Física Interdisciplinar** | César Fernández Ramírez |

| **Asignaturas relacionadas:** |
| --- |
| Física Nuclear y de Partículas. Mecánica Cuántica. Métodos Matemáticos. Física Computacional. |

| **OBJETIVOS:** |
| --- |
| Adquirir un conocimiento del estado actual de algún subtema dentro de la física de partículas subatómicas que le lleve a entrar en contacto con los temas actuales de investigación en el área. |

| **METODOLOGÍA:** |
| --- |
| El estudiante deberá estudiar la bibliografía de física de partículas subatómicas, centrándose en algún tema actual como la física más allá del Modelo Estándar, la física hadrónica o la física de neutrinos, para estudiar el estado actual de dicho subcampo y realizar algunos cálculos básicos relacionados. |

| **BIBLIOGRAFÍA:** |
| --- |
| R.L. Workman et al. (Particle Data Group), Prog. Theor. Exp. Phys. 2022, 083C01 (2022)<br>M. Albaladejo et al. (Joint Physics Analysis Center), Prog. Part. Nucl. Phys. 103981 (2022)<br>F. Halzen and A. D. Martin, Quarks & Leptons: An Introductory Course In Modern Particle Physics (Wiley) |

# Grado en física. Curso 2024/25

# Ficha Trabajo Fin de Grado

| **TITULO:** |
|---|
| Simulación de estructuras y propiedades en materiales |

| **DEPARTAMENTO:** | **PROFESOR/ES:** |
|---|---|
| **Física Interdisciplinar** | Óscar Gálvez González |

| **Nº de plazas:** | **Asignaturas relacionadas:** |
|---|---|
| **2** | Física del Estado Sólido, Física Computacional, Física Cuántica |

**OBJETIVOS:**

El objetivo es que el alumno se familiarice con los métodos y técnicas computacionales empleadas en la simulación de materiales sólidos, principalmente en sistemas cristalinos. Se plantean tres posibles temas de trabajo:

1. Absorciones de moléculas de agua sobre grafeno.
2. Estructuras de monocapas de sistemas bidimensionales.
3. Estructura y propiedades de sistemas poliméricos.

En estos trabajos hay una parte común donde deberán primeramente conocer los principios físicos de los métodos empleados, y un aprendizaje del programa de simulación utilizado basado en estudios de algún problema simple. Finalizada esa fase, se realizará un trabajo más específico y profundo en el tema elegido.

**METODOLOGÍA:**

Se hará uso de programas de cálculo *ab initio* de modelización de sólidos. El principal programa de trabajo será SIESTA (http://departments.icmab.es/leem/siesta/) Este programa, que es gratuito a nivel académico, y hace uso de la teoría de funcionales de la densidad (DFT) para la realización de cálculos de la estructura electrónica del sistema, así como simulaciones de dinámica molecular. De igual manera, se puede requerir también el siso de programas de Monte Carlo, para lo cual se hará uso de un programa propio desarrollado en la UNED, Random Phase (https://github.com/UNEDSoftMatter/RandomPhase)

El empleo de este programa requiere conocimientos de Linux, conexión e interfaces de ordenadores remotos, y aprendizaje de diferentes programas de representación de moléculas/cristales, y es valorable conocimientos de programación. Se requiere también el dominio del inglés.

**BIBLIOGRAFÍA:**


- T. Ziegler. Chem. Rev. 1991, 91, 651-667.
- M.C. Payne, M.P. Teter, D.C. Allan, T.A. Arias, J.D. Joannopoulos, Rev. Mod. Phys., 64, 1045 (1992).
- J. M. Soler, E. Artacho,J. D. Gale, A. García, J. Junquera, P. Ordejón, and D. Sánchez-Portal, J. Phys.: Condens. Matt. 14, 2745-2779 (2002).
- Ó. Toledano, M. Pancorbo, J. E. Alvarellos, and Ó. Gálvez, Phys. Rev. B 103, 094107.

# Grado en física

# Ficha Trabajo Fin de Grado

| **TITULO:** |
| --- |
| Cuestiones fundamentales en Mecánica Cuántica |

| **DEPARTAMENTO:** | **PROFESOR/ES:** |
| --- | --- |
| Física Fundamental | José Enrique Alvarellos Bermejo, Javier Rodríguez Laguna |

| **Asignaturas relacionadas:** |
| --- |
| Física Cuántica I y II (3º curso), Mecánica Cuántica (4º curso, optativa). |

| **OBJETIVOS:** |
| --- |
| Tras un siglo de desarrollo, la mecánica cuántica aún no ha desvelado todas sus sorpresas. En décadas recientes hemos profundizado enormemente en cuestiones centrales, tales como el entrelazamiento cuántico, el problema de la medida o el límite clásico, que han contribuido al desarrollo de nuevas tecnologías aplicadas a la computación, la comunicación o la metrología. Esta línea de TFG permite a los/as estudiantes profundizar en alguna de estas cuestiones fundamentales, a través de ejemplos concretos. |

| **METODOLOGÍA:** |
| --- |
| El problema será elegido conjuntamente por estudiante y tutor, quien proporcionará una bibliografía básica para encuadrar el tema. Por lo tanto, es imprescindible leer textos en inglés científico. A continuación, estudiante y tutor determinarán un cálculo original, analítico y/o numérico, cuya realización y análisis permitirá al estudiante alcanzar una comprensión más profunda del problema físico. Las herramientas matemáticas o computacionales se elegirán de acuerdo con las capacidades del estudiante y las necesidades del problema. |

| **BIBLIOGRAFÍA:** |
| --- |
| La bibliografía concreta vendrá determinada por el problema. Con el objeto de sugerir un nivel apropiado, podemos citar:<br><br>C. Cohen-Tannoudji, B. Diu, F. Laloë, Quantum Mechanics I, II y III, Wiley (2019).<br><br>M. Nielsen, I. Chuang, Quantum Computation and Quantum Information, Cambridge (2010). |

# Grado en física
# Ficha Trabajo Fin de Grado

| **TITULO:** |
|---|
| Sistemas Cuánticos en Física de la Materia Condensada |

| **DEPARTAMENTO:** | **PROFESOR/ES:** |
|---|---|
| Física Fundamental | José Enrique Alvarellos, Eva María Fernández Sánchez, Julio Fernández Sánchez, Javier Rodríguez Laguna |

| **Asignaturas relacionadas:** |
|---|
| Física Cuántica I y II (3º), Física del Estado Sólido, Física Estadística, Mecánica Cuántica (4º). |

| **OBJETIVOS:** |
|---|
| La mecánica cuántica es la herramienta fundamental para comprender la física de la materia condensada, e.g. las propiedades mecánicas, térmicas, electrónicas, magnéticas u ópticas de diferentes materiales. En este trabajo profundizaremos en alguna propiedad interesante de un sistema físico de este tipo, que pueden incluir transiciones de fase, efecto Hall cuántico, sistemas nanoscópicos, termodinámica cuántica, superconductividad o efectos del desorden. |

| **METODOLOGÍA:** |
|---|
| El problema será elegido conjuntamente por estudiante y tutor, quien proporcionará una bibliografía básica para encuadrar el trabajo. Por lo tanto, es imprescindible leer textos en inglés científico. A continuación, estudiante y tutor determinarán un cálculo original, analítico y/o numérico, cuya realización y discusión permitirá al estudiante alcanzar una comprensión más profunda del problema físico. Las herramientas matemáticas o computacionales se elegirán de acuerdo con las capacidades del estudiante y las necesidades del problema. |

| **BIBLIOGRAFÍA:** |
|---|
| La bibliografía concreta vendrá determinada por el problema. Con el objeto de sugerir un nivel apropiado, podemos citar:<br><br>N. Ashcroft, N.D. Mermin, Solid State Physics, Saunders College Publ. (1976).<br><br>R. Feynman, Statistical Mechanics, Westview Press (1972). |

# Grado en física

# Ficha Trabajo Fin de Grado

| **TITULO:** |
|---|
| **Simulación de fluidos complejos** |

| **DEPARTAMENTO:** | **PROFESOR/ES:** |
|---|---|
| **Física Fundamental** | Adolfo Vázquez Quesada |

| **Asignaturas relacionadas:** |
|---|
| Física de fluidos, Métodos numéricos, Termodinámica, Mecánica Estadística |

**OBJETIVOS:**

Los fluidos complejos son importantes en muchos ámbitos de gran interés, pues aparecen en procesos industriales y biológicos de todo tipo. En los fluidos complejos se observan fenómenos a diferentes escalas temporales cuyo origen fundamental está en su estructura microscoscópica, ya sean partículas, polímeros u otras entidades que alteren la viscosidad o la elasticidad del sistema. La caracterización de los fluidos complejos es un área muy amplia, debido a la gran cantidad de mecanismos diferentes que pueden generar la riqueza de comportamientos observada en ellos. Los modelos y las simulaciones han sido muy útiles para entender muchos de los procesos físicos básicos detrás del comportamiento de este tipo de fluidos.

El objetivo es que el estudiante desarrolle una visión clara de las propuestas numéricas y teóricas más relevantes en este área y que desarrolle un trabajo sobre fluidos complejos.

**METODOLOGÍA:**

Se introducirá al estudiante en el campo de los fluidos complejos mediante interacción directa con el profesor y/o bibliografía. Tras esto, el alumno realizará un proyecto de simulación o teórico en este campo, preferentemente de suspensiones o fluidos viscoelásticos (aunque no necesariamente).

**BIBLIOGRAFÍA:**

1.- Gelbart, W. M., & Ben-Shaul, A. (1996). The “new” science of “complex fluids”. The Journal of Physical Chemistry, 100(31), 13169-13189.

2.- Bolintineanu, D. S., Grest, G. S., Lechman, J. B., Pierce, F., Plimpton, S. J., & Schunk, P. R. (2014). Particle dynamics modeling methods for colloid suspensions. *Computational Particle Mechanics*, *1*(3), 321-356.

# Grado en física

# Ficha Trabajo Fin de Grado

| **TITULO:** |
|---|
| Fenómenos de combustión |

| **DEPARTAMENTO:** | **PROFESOR/ES:** |
|---|---|
| Física Matemática y de Fluidos | Pedro García Ybarra |

| **Asignaturas relacionadas:** |
|---|
| Física de fluidos, Termodinámica I y II |

| **OBJETIVOS:** |
|---|
| Tratamiento analítico de las ecuaciones de conservación de momento, masa y energía en fenómenos de combustión de gases combustibles premezclados. |

| **METODOLOGÍA:** |
|---|
| El estudiante analizará fenómenos como la ignición o la propagación de llamas de premezcla planteando el correspondiente problema de condiciones iniciales y/o de contorno. Obtendrá los grupos adimensionales característicos y pondrá de manifiesto la dificultad de la no-linealidad introducida por el término de Arrhenius. El análisis se realizará simplificando este término con la aproximación de Frank-Kamentskii en el límite asintótico de grandes valores de la energía de activación reducida (número de Zeldovich). |

| **BIBLIOGRAFÍA:** |
|---|
| • L.D. Landau, E.M. Lifshitz “Mecánica de Fluidos” Reverté, 1991, Barcelona.<br>• Ya.B. Zeldovich, G.I. Barenblat, V.B. Librovich, G.M. Makhviladze “The Mathematical Theory of Combustion and Explosions” Consultants Bureau, 1985, New York.<br>• F.A. Williams “Combustion Theory” 2ª edición, Addison-Wesley, 1985, Reading.<br>• P. Clavin, G. Searby “Combustion Waves and Fronts in Flows” Cambridge Univ. Press, UK, 2016.<br>• A. Liñán, F.A. Williams “Fundamental Aspects of Combustion” Oxford Univ. Press, New York, 1993. |
| |

# Grado en física

# Ficha Trabajo Fin de Grado

| **TITULO:** |
|---|
| Modelos y simulación de superficies e interfaces: La estructura de la doble capa eléctrica, Teoría de Gouy-Chapman |

| **DEPARTAMENTO:** | **PROFESOR/ES:** |
|---|---|
| Física Matemática y de Fluidos | Pedro García Ybarra |

| **Asignaturas relacionadas:** |
|---|
| Física de Fluidos, Termodinámica I y II |

| **OBJETIVOS:** |
|---|
| Aplicación de la distribución de Boltzmann para calcular la capacidad eléctrica de la doble capa |

| **METODOLOGÍA:** |
|---|
| El alumno analizará la estructura de la doble capa eléctrica en la interfaz electrodo-electrolito. Planteará la ecuación de Poisson del problema según el modelo de Gouy-Chapman, determinando los grupos adimensionales característicos. Obtendrá y analizará la solución bajo determinadas condiciones, deduciendo la capacidad eléctrica de la doble capa en cada caso. |

| **BIBLIOGRAFÍA:** |
|---|
| • J.O'M.Bockris, A.K.N. Reddy "Electroquímica Moderna" Vol. 1, 2A, 2B, Reverté, 1979, Barcelona.<br>• A.J. Bard, L.R. Faulkner "Electrochemical Methods. Fundamentals and Applications" 2ª edición, Wiley, 2001, USA. |
| |

# Grado en física. Curso 2024/25
# Ficha Trabajo Fin de Grado

| **TITULO:** |
|---|
| Problemas de convección-difusión: simulación de emulsiones dobles. |

| **DEPARTAMENTO:** | **PROFESOR/ES:** |
|---|---|
| **Física Interdisciplinar** | Javier Tajuelo Rodríguez |

| **Nº de plazas:** | **Asignaturas relacionadas:** |
|---|---|
| **1** | Física Computacional I, Física Computacional II y Física de Fluidos |

| **OBJETIVOS:** |
|---|
| El trabajo consiste en modelar la difusión en un sistema conocido como emulsión doble; a diferencia de una emulsión simple, (gotas de un líquido dispersas en un líquido diferente, que forma la fase continua), en una emulsión doble se tiene una tercera fase líquida, donde cada gota de la fase dispersa tiene a su vez en su interior otra gota de un tercer líquido, habitualmente el mismo que forma la fase continua. Las emulsiones dobles están presentes en numerosas aplicaciones industriales o farmacéuticas (la administración y liberación de muchos fármacos se basa en emulsiones dobles) y en este trabajo se pretende estudiar cómo se produce la difusión de un determinado soluto desde el núcleo de una gota hasta la fase continua. En particular, se pretende resolver numéricamente la ecuación de difusión en condiciones de no simetría, es decir, emulsiones dobles en las que las gotas no son esféricas. Estas condiciones de no simetría surgen en cuanto cualquier emulsión doble está sometida a un flujo de cizalla, lo que ocurre, por ejemplo, en la liberación de fármacos en el torrente sanguíneo o en la emulsión que se forma durante la extracción de crudo. La deformación de la fase dispersa con respecto a la forma esférica, además de imposibilitar una solución analítica del problema, puede incrementar o disminuir la tasa de liberación de soluto, lo que tiene implicaciones importantes en las aplicaciones comentadas anteriormente. En este trabajo, el estudiante desarrollará un modelo numérico que empleará para posteriormente relacionar distintos factores de forma con la velocidad de liberación de soluto. |

| **METODOLOGÍA:** |
|---|
| Se planteará la ecuación de convección-difusión con las condiciones de contorno adecuadas para el problema. Planteamiento del esquema numérico y estudio de su convergencia. Obtención del flujo de soluto y su concentración en el espacio.<br>Requerimiento de medios técnicos: El estudiante deberá contar con un ordenador y conocimientos de cualquier tipo de software para implementar métodos numéricos (Matlab, Mathematica, Maple, |

Octave, Python, etc…).

**BIBLIOGRAFÍA:**

F. Sanjaya, S. Mungkasi, A simple but accurate explicit finite difference method for the advection-diffusion equation, International Conference on Science and Applied Science: Conf. Series 909, 012038 (2017).

V. S. Aswin, A. Awasthi, C. Anu, A comparative study of numerical schemes for convection-diffusion equation, Procedia Engineering 127, 621-627 (2015).

A. Shukla, A. K. Singh, P. Singh, A comparative study of finite volume method and finite difference method for convection-diffusion problem, American Journal of Computational and Applied Mathematics, 1(2), 67-73 (2011).

D. K. Salkuyeh, On the finite difference approximation to the convection-diffusion equation, Applied Mathematics and Computation 179(1), 79-86 (2006).

# Grado en física

# Ficha Trabajo Fin de Grado

| **TITULO:** | |
|---|---|
| Dinámica de aerosoles | |
| **DEPARTAMENTO:** | **PROFESOR/ES:** |
| Física Matemática y de Fluidos | José Luis Castillo Gimeno |

| **Asignaturas relacionadas:** |
|---|
| Física de Fluidos, Métodos Matemáticos, Física Matemática, Readings on Physics |

**OBJETIVOS:**

Revisión bibliográfica de los fenómenos de transporte de aerosoles en gases. Análisis del comportamiento dinámico de aerosoles en distintas configuraciones de interés.
Descripción de las ecuaciones de movimiento de un aerosol cerca de una superficie rígida. Estudio analítico y numérico para determinar la distribución del aerosol en las cercanías de un obstáculo y la captura de aerosoles por superficies colectoras.

**METODOLOGÍA:**

Los aerosoles son pequeñas partículas sólidas o gotas líquidas suspendidas en un gas. La calidad del aire, el balance radiativo de la tierra y diversos problemas de salud están afectados por la presencia de aerosoles. Además, los aerosoles tienen implicaciones en tecnologías de combustión, control de emisiones, salud ambiental, elaboración de fármacos, nanotecnología y nuevos materiales.
Como trabajo fin de grado se abordará el estudio del comportamiento de las partículas de un aerosol en configuraciones sencillas de interés práctico. En particular, se llevará a cabo una revisión bibliográfica de los fenómenos de trasporte de partículas en gases y se obtendrán las ecuaciones de movimiento de un aerosol, analizando los casos de partículas con inercia y los diferentes fenómenos de transporte difusivo (difusión, termofóresis, forofóresis). Haciendo uso de métodos analíticos y numéricos se determinará la distribución de las partículas de aerosol cerca de un obstáculo interpuesto a la corriente gaseosa.
Se requiere un conocimiento previo de mecánica de fluidos que permita llegar a establecer las ecuaciones que gobiernan la dinámica de pequeñas partículas en gases. Además, para abordar los objetivos propuestos se precisa el conocimiento de métodos analíticos y numéricos de resolución de ecuaciones diferenciales, así como un adecuado nivel de inglés para poder leer la bibliografía recomendada.

**BIBLIOGRAFÍA:**


- S.K. Fridlander, “Smoke, Dust, and Haze. Fundamentals of Aerosol Dynamics”. Oxford University Press; 2000.
- Notas y apuntes proporcionados por el profesor, en su mayor parte en inglés.

# Grado en Física

## Ficha Trabajo Fin de Grado

| **TITULO:** | |
|---|---|
| Comportamiento dinámico de fluidos viscosos | |
| **DEPARTAMENTO:** | **PROFESOR/ES:** |
| Física Fundamental | Emilia Crespo del Arco |
| **Asignaturas relacionadas:** | |
| Física Computacional II, Física de Fluidos, Métodos Matemáticos III. | |

**OBJETIVOS:**

La ecuación de Burgers fue propuesta como un modelo de flujo turbulento por J. M. Burgers en una serie de varios artículos. Tiene relevancia por ser una simplificación de las ecuaciones de Navier-Stokes y también como prototipo de ecuación en derivadas parciales. Aparece además en varios casos, por ejemplo en el estudio de formación de estructuras espaciales, en el contexto de modulaciones de ondas espaciales periódicas, en fenómenos de dinámica de gases y otros. Los objetivos son:

Estudiar las propiedades de la ecuación de Burgers, su relación con la turbulencia y también con otros fenómenos.

Resolver la ecuación de Burgers en un caso simple, obtener las soluciones e interpretarlas.

**METODOLOGÍA:**

Al alumno se le facilitarán algunos artículos introductorios cuya lectura le proporcionará las ideas básicas sobre el fenómeno objeto del trabajo, la turbulencia y la utilización de modelos matemáticos. A partir de ellos, el alumno tendrá que profundizar, tanto desde el punto de vista teórico como numérico, exponer la relación entre la turbulencia y la ecuación de Burgers así como algunos otros casos y estudiar las soluciones de la ecuación de Burgers en algún caso simple mediante un método numérico.

**BIBLIOGRAFÍA:**

El estudiante debe realizar una búsqueda bibliográfica en Internet sobre la ecuación de Burgers en la turbulencia y en otros fenómenos. Hay abundante información de nivel divulgativo y especializado sobre el tema. A continuación incluimos la bibliografía básica que sirve como punto de partida


- Burgers, J. M. (1948). **A** mathematical model illustrating the theory of turbulence. In Advances in Applied Mechanics, pages 171-199. Academic Press Inc., New York, N. Y. edited by Richard von Mises and Theodore von Kármán,
- Falkovich G. and Sreenivasan K. R. "*Lessons from Hydrodynamic Turbulence*" Phys. Today Abril 2006
- Alejandro L. Garcia, *Numerical Methods for Physics* (CreateSpace Independent Publishing, 2015) ISBN 1-51-413668-6

Orszag, D. and Gottlieb S. :*NUMERICAL ANALYSIS OF SPECTRAL METHODS: theory and Applications* Society for Industrial and Applied Mathematics; 2nd Printing 1981 edition (1977)

# Grado en física

# Ficha Trabajo Fin de Grado

| **TITULO:** |
| --- |
| Dinámica no lineal: Superficies de discontinuidad y fenómenos acústicos en fluidos |

| **DEPARTAMENTO:** | **PROFESOR/ES:** |
| --- | --- |
| **Física Matemática y de Fluidos** | **Manuel Arias Zugasti** |

| **Asignaturas relacionadas:** |
| --- |
| **Métodos Matemáticos, Física Matemática, Física de Fluidos** |

| **OBJETIVOS:** |
| --- |
| Profundizar el estudio de algunos temas teóricos que, por limitaciones de tiempo, no se incluyen en el temario de Física de Fluidos. Proponemos una revisión teórica de 1 de los 2 temas mencionados. En el caso de las superficies de discontinuidad el objetivo es el estudio de las condiciones de contorno que deben cumplirse en dichas superficies (aplicación de conservación de masa, momento y energía a través de las mismas). Como trabajo más avanzado en este tema proponemos estudiar la estabilidad de ciertas discontinuidades, como p. ej. una discontinuidad tangencial en el campo de velocidades. En el caso de la acústica, se propone el estudio teórico de dicho tema, con el principal objetivo del cálculo de la velocidad de propagación de ondas acústicas en diversas situaciones. |

| **METODOLOGÍA:** |
| --- |
| En ambos casos el trabajo propuesto tiene una vertiente de breve repaso bibliográfico y una vertiente de estudio teórico. Dependiendo de las preferencias de los estudiantes el trabajo puede centrarse en los aspectos teóricos del tema, o puede incluir también una vertiente de cálculo numérico. |

| **BIBLIOGRAFÍA:** |
| --- |
| Landau LD, Lifshitz EM: Mecánica de Fluidos, Reverté (Barcelona 1991)<br>Batchelor GK: An Introduction to Fluid Dynamics, Cambridge University Press 2000<br>Tritton DJ: Physical Fluid Dynamics, Van Nostran Reinhold 1977<br>Liñán A y cols.: Mecánica de Fluidos, Sec. de pub. ETSI Aeronáuticos UPM 2002<br>Crespo A: Mecánica de Fluidos. Sec. de pub. ETSI Industriales UPM 1987<br>White FM: Mecánica de Fluidos, McGraw-Hill 2003 |

# Grado en física

# Ficha Trabajo Fin de Grado

| **TITULO:** |
| --- |
| **Sistemas hamiltonianos.** |

| **DEPARTAMENTO:** | **PROFESOR/ES:** |
| --- | --- |
| **Física Matemática y de Fluidos** | Álvaro Perea Covarrubias |

| **Asignaturas relacionadas:** |
| --- |
| Mecánica Teórica |

**OBJETIVOS:**

El método que utiliza la Física para describir y comprender el mundo que nos rodea tiene una base fundamental en el análisis de las simetrías. De hecho la misma física teórica moderna establece que la simetría es consecuencia del, sino el único, principio que define la naturaleza. Y de todos los campos de la Física, el formalismo hamiltoniano es el marco donde el concepto de simetría tiene una definición más natural. Este TFG se define como la realización de un trabajo de síntesis de lo aprendido por el estudiante en el Grado dentro del campo de las simetrías, los sistemas hamiltonianos y/o sus aplicaciones, en particular, aunque no excluyente, en el ámbito de la Mecánica clásica.

**METODOLOGÍA:**

- Revisión de los contenidos abordados en el Grado.
- Lectura de la bibliografía seleccionada.
- Elección del enfoque que se dará al trabajo (teórico, práctico o mixto), y de las disciplinas de la Física que se utilizarán.
- Realización del trabajo de aplicación de contenidos y redacción de la memoria.

En el caso que el trabajo esté basado principalmente en la simulación computacional (p.e, en el estudio de billares hamiltonianos y sus propiedades), es imprescindible que el estudiante esté familiarizado con programas de cálculo numérico ó simbólico, como Matlab, Maple, Mathematica o Maxima.

**BIBLIOGRAFÍA:**


- Notas y artículos de referencia proporcionados por el profesor, en su mayor parte en inglés.
- Marco Pettini, “Geometry and Topology in Hamiltonian Dynamics and Statistical Mechanics”, Springer 2007
- Richard Talman, “Geometric Mechanics. Toward a Unification of Classical Physics”, Wiley 2007
- Arnold VI, “Mathematical Methods Of Classical Mechanics”, Springer 1989

# Grado en física
# Ficha Trabajo Fin de Grado

| **TITULO:** |
|---|
| **Modelo de Atmósfera Estelar** |

| **DEPARTAMENTO:** | **PROFESOR/ES:** |
|---|---|
| **Física Interdisciplinar** | Amalia Williart Torres |

| **Asignaturas relacionadas:** |
|---|
| Astrofísica general. |

| **OBJETIVOS:** |
|---|
| Modelado de las propiedades físicas (temperatura, densidad,…) para distintas profundidades de la atmósfera de una estrella que es la que emite la radiación observada, partiendo de datos conocidos de la atmósfera (composición química, gravedad y temperatura efectiva). |

| **METODOLOGÍA:** |
|---|
| • Planteamiento de ecuaciones fundamentales de la estructura de la atmósfera partiendo de hipótesis teóricas.<br>• Resolución numérica de dichas ecuaciones, partiendo de datos conocidos. Obtención de una tabla de valores numéricos de variables físicas (temperatura, presión, densidad…).<br>• Representación gráfica de la evolución de las variables físicas con la profundidad.<br>• Cálculo del flujo teórico que emitiría la estrella con las variables físicas obtenidas anteriormente. Comparación con el flujo de un cuerpo negro de la misma temperatura. |

| **BIBLIOGRAFÍA:** |
|---|
| The New Cosmos. A. Ünsold & B. Baschek (5th edition). Springer<br>Stellar Atmospheres. D. Mihalas (2nd edition). W.H. Freeman and Co. |

# Grado en física

# Ficha Trabajo Fin de Grado

| **TITULO:** |
|---|
| Métodos numéricos en Electromagnetismo |

| **DEPARTAMENTO:** | **PROFESOR/ES:** |
|---|---|
| **Física Interdisciplinar** | Manuel Pancorbo Castro |

| **Asignaturas relacionadas:** |
|---|
| Electromagnetismo I y II, Física Computacional I y II |

| **OBJETIVOS:** |
|---|
| Las ecuaciones en derivadas parciales y las ecuaciones integrales son propias del electromagnetismo y la resolución de muchos problemas electromagnéticos conduce a la resolución numérica de este tipo de ecuaciones. De hecho, la necesidad de abordar la resolución numérica de problemas electromagnéticos ha contribuido al desarrollo y mejora de los métodos numéricos más potentes. El objetivo de este trabajo es el estudio de los métodos numéricos más importantes en la resolución de problemas electromagnéticos y la aplicación a la resolución de un problema práctico. |

**METODOLOGÍA:**

- Estudio y profundización de alguno de los métodos numéricos más empleados en Electromagnetismo.
- Aplicación a la resolución de un caso práctico.
- Uso de lenguajes de programación modernos orientados a cálculos científicos: MatLab – Octave, Python - numpy; se recomienda especialmente Julia.
- Integración de cuadernos de trabajo digitales tipo Jupyter Notebook o Quarto [1]

[1] - https://quarto.org/

**BIBLIOGRAFÍA:**

Sadiku, *Numerical Techniques in Electromagnetics,* Ed. CRC Press, 2000

# Grado en física.
# Ficha Trabajo Fin de Grado

| **TITULO:** |
|---|
| **Óptica Avanzada: aplicaciones** |

| **DEPARTAMENTO:** | **PROFESOR/ES:** |
|---|---|
| **Física Interdisciplinar.** | Pablo Domínguez García |

| **Nº de plazas:** | **Asignaturas relacionadas:** |
|---|---|
| **1** | Óptica Avanzada, Óptica II, Óptica I, Tércnicas Experimentales, Reading on Physics |

| **OBJETIVOS:** |
|---|
| Este trabajo consistirá en la descripción de alguno de los muchos fenómenos, aplicaciones, o tecnologías que pueden aparecer en Óptica Avanzada, en relación con la Óptica de Fourier, de forma bibliográfica, teórica, o través de ejemplos prácticos. Se pueden realizar desarrollos respecto a los fundamentos básicos de la Óptica de Fourier [1], o la aplicación de estos conocimientos a diversas tecnologías ópticas, como por ejemplo, en holografía [1,2] y sus variadas aplicaciones prácticas [3]. Para ello es más que recomendable que haya cursado o esté cursando la asignatura optativa de cuarto curso «Óptica Avanzada». |

| **METODOLOGÍA:** |
|---|
| La metodología concreta dependenderá del tema a desarrollar, de forma que sea coherente con el desarrollo del trabajo. Es **muy recomendable, prácticamente imprescindible,** que el estudiante haya preparado la asignatura optativa del cuarto curso «Óptica Avanzada». El estudiante debe tener el nivel necesario en inglés escrito para buscar y leer bibliografía. Además, el estudiante matriculado en esta línea debe tener en cuenta que es posible que se le proporcione un documento de instrucciones sobre el trabajo que incluirá una serie de plazos adicionales para realizar entregas parciales a lo largo del curso. |

| **BIBLIOGRAFÍA:** |
|---|
| [1] Goodman, J.W. Introducción a la Óptica de Fourier.<br>[2] Calvo Padilla, M.L (coor.). Óptica Avanzada (2002)<br>[3] Hariharan, P. Optical holography: Principles, techniques, and applications (1996) |

# Grado en física

# Ficha Trabajo Fin de Grado

| **TITULO:** |
|---|
| Fundamentos físicos de la imagen médica |

| **DEPARTAMENTO:** | **PROFESOR/ES:** |
|---|---|
| Física Matemática y de Fluidos | Pablo Martínez-Legazpi, Daniel Rodríguez, Cristina Santa Marta, Jose Carlos Antoranz |

| **Asignaturas relacionadas:** |
|---|
| Electromagnetismo II, Física cuántica II, Física Nuclear y de Partículas, Física de Fluidos |

| **OBJETIVOS:** |
|---|
| * Comprender el mecanismo físico de generación de la señal para la reconstrucción de una imagen médica en alguna de las siguientes modalidades: ultrasonidos, rayos X, nuclear o resonancia magnética. La comprensión del mecanismo de generación abarcará desde el tipo y forma de energía empleada, la interacción entre dicha energía y los tejidos biológicos, la detección de esa energía tras la interacción y hasta los modelos matemáticos para la reconstrucción de la imagen.<br>* Aplicar estos conocimientos para la resolución de un caso práctico mediante simulación de procesos o reconstrucción/postprocesado de imágenes reales o sintéticas. |

| **METODOLOGÍA:** |
|---|
| De modo general, la metodología seguida será:<br>1. Revisión bibliográfica: lectura de la bibliografía básica recomendada y búsqueda de bibliografía más específica para el tema del trabajo.<br>2. Planteamiento de las ecuaciones básicas que describen el fenómeno.<br>3. Simulación de algunos de los procesos físicos involucrados en la generación de la imagen médica o reconstrucción/postprocesado de imagen.<br>4. Obtención de resultados e interpretación de los mismos. |

| **BIBLIOGRAFÍA:** |
|---|
| 1. Suetens, P. (2009). Fundamentals of Medical Imaging. Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/CBO9780511596803<br>2. Najarian, K., & Splinter, R. (2016). Biomedical Signal and Image Processing. CRC Press. https://doi.org/10.1201/b11978 |

# Grado en Física

# Ficha Trabajo Fin de Grado

| **TITULO:** |
|---|
| **Ciencia y Análisis de Datos: Big Data** |

| **DEPARTAMENTO:** | **PROFESOR/ES:** |
|---|---|
| **Física Fundamental** | David García Aldea |

| **Nº de plazas:** | **Asignaturas relacionadas:** |
|---|---|
| **2** | **Física Computacional I y II (para el tratamiento numérico)** Física Cuántica I, Física Cuántica II, Física del Estado Sólido. Cualquier asignatura del grado puede estar relacionada dependiendo del problema a estudiar. |

**OBJETIVOS:**

El estudiante ha de alcanzar una compresión y manejo de algunas de las técnicas habituales en Ciencia y Análisis de Datos y estudiar con ellas un problema de interés.

En los últimos años se han desarrollado una serie de técnicas de análisis, clasificación y visualización de datos que han tenido un fuerte impacto en el tratamiento de la información. Estas técnicas han sido aplicadas a múltiples disciplinas desde el análisis de datos en negocios, banca o redes sociales, con propósito de lucro, hasta el análisis de datos científicos en disciplinas como la física (por ejemplo: sociofísica, física estadística, etc), la biología, la medicina, las ciencias ambientales…

El propósito de esta línea de trabajo de fin de grado se centra primordialmente en el uso de estas nuevas técnicas sobre un conjunto de datos, de los muchos de acceso libre actualmente disponibles, con el ánimo de obtener información científica sobre un determinado sistema. Así el objeto de estudio puede ser muy variable y lo que fija esta línea es la metodología a utilizar, que serán las nuevas técnicas habituales en “Ciencia y Analisis de Datos”, como: estadística descriptiva, inferencia estadística, árboles de decisión y clasificación, clusterización por medias, aprendizaje automático, redes neuronales y un largo etcétera.

El estudiante que tenga como intención trabajar en esta línea es conveniente que se ponga previamente en contacto con el responsable con la intención de, si es posible, fijar el tema concreto de estudio, las posibles fuentes de datos, las técnicas concretas a utilizar, etc.

En esta línea es requisito la programación en alguno de los lenguajes habituales en ciencia de datos (usualmente Python o R) y el estudio -durante la realización del trabajo- de las técnicas que se pretendan utilizar. Estos conocimientos, si no se dispone ya de ellos, deben ser adquiridos durante la realización del trabajo. El tutor proveerá fuentes adecuadas para ello.

**METODOLOGÍA:**

1. Primero el estudiante deberá comprender los rudimentos de la Ciencia y Análisis de Datos y sus aplicaciones a diferentes conjuntos de datos para resolver gran variedad de problemas.
2. Mediante la realización de tutoriales el estudiante deberá adquirir soltura en el uso de ciertas técnicas, por ejemplo: estadística descriptiva, inferencia estadística, árboles de decisión y clasificación, clusterización por medias, aprendizaje automático, redes neuronales…
3. Se deberá escoger un determinado problema de interés para estudiar y se deberán conseguir conjuntos de datos de utilidad para dicho problema.
4. Se aplicarán las técnicas aprendidas a la resolución del problema mediante los diferentes conjuntos de datos.
5. Se elaborará una memoria en la que figurará una introducción al problema y descripción de los conjuntos de datos utilizados, los resultados obtenidos mediante las distintas técnicas y el análisis y las conclusiones que se pueden obtener.

**BIBLIOGRAFÍA:**


• EMC Education Services (Editor). Data Science and Big Data Analytics: Discovering, Analyzing, Visualizing and Presenting Data 1st Edition. Wiley (2017).
https://miriadax.net/web/introduccion-al-machine-learning-7-edicion-/inicio
• Data Science from Scratch: First Principles with Python 1st Edition. O'Reilly Media (2015).
• Field Cady. The Data Science Handbook. Wiley (2017).
• Alberto Boschetti, Luca Massaron. Python Data Science Essentials - Learn the fundamentals of Data Science with Python. Packt Publishing (2015).

# Grado en física

# Ficha Trabajo Fin de Grado

| **TITULO:** |
|---|
| Uso del hidrógeno como fuente de energía |

| **DEPARTAMENTO:** | **PROFESOR/ES:** |
|---|---|
| **Física Fundamental** | Eva María FERNÁNDEZ SÁNCHEZ |

| **Asignaturas relacionadas:** |
|---|
| Dependiendo del enfoque elegido, desde las asignaturas relacionadas con la Termodinámica hasta la Física del Estado Sólido, así como la optativa Energía y Medio Ambiente. |

| **OBJETIVOS:** |
|---|
| En estos días en que la preocupación por cuidar el medio ambiente se está incrementando exponencialmente por sus efectos sobre la salud y la sostenibilidad del planeta, la búsqueda de nuevas fuentes de energía que sean respetuosas con el medio ambiente está siendo una prioridad.<br><br>Durante años, se ha planteado el uso del hidrógeno como una de las fuentes más innovadoras e interesantes por su escasa emisión de gases contaminantes (en el proceso global, siempre y cuando el hidrógeno se obtenga mediante energías limpias). Son numerosas las aplicaciones actuales del hidrógeno como fuente de energía, p. ej. en la industria aeroespacial, en dispositivos portátiles, en la industria del transporte, en la generación distribuida de energía... Sin embargo, no hay duda alguna de que aún quedan problemas por resolver para un uso extensivo del hidrógeno.<br><br>El objetivo de este trabajo es realizar un estudio, desde un enfoque científico, de alguno de los retos y/o posibles aplicaciones del uso del hidrógeno como fuente de energía. Según las preferencias del estudiante, el trabajo puede extenderse para incluir desarrollos, mediante modelos o simulaciones que calculen propiedades o parámetros de interés, o incluso el estudio de materiales para aplicaciones del hidrógeno. |

| **METODOLOGÍA:** |
|---|
| El estudiante deberá presentar un informe científico detallado en el que se dé razón de los principales problemas a los que se enfrenta actualmente el uso del hidrógeno como fuente de energía o alguna de algunas de sus posibles aplicaciones, así como hacer una exposición de la aportación que supone la propuesta del TFG.<br>En un principio, el estudiante utilizará como punto de partida la bibliografía que aporta la tutora. |

| **BIBLIOGRAFÍA:** |
|---|
| T. N. Veziroglu and S. Sahın Energy Conversion and Management 49 1820 (2008).<br>K. Mazloomi and C. Gomes Renewable and Sustainable Energy Reviews 16 3024 (2012). |

# Grado en física
# Ficha Trabajo Fin de Grado

| **TITULO:** |
|---|
| Pilas de combustible |

| **DEPARTAMENTO:** | **PROFESOR/ES:** |
|---|---|
| Física Matemática y de Fluidos | Santiago Martín Fernández |

| **Asignaturas relacionadas:** |
|---|
| Termodinámica I y II, Física de Fluidos, Energía y Medioambiente |

| **OBJETIVOS:** |
|---|
| La comprensión del funcionamiento de este tipo de dispositivo electroquímico de conversión de energía y el estudio, desde un punto de vista físico, de los principales problemas relacionados con las pilas de combustible. |

| **METODOLOGÍA:** |
|---|
| Revisión de bibliografía (libros y artículos, en inglés) con objeto de familiarizar al alumno con los conceptos básicos, así como conocer el estado del arte actual de la investigación en pilas de combustible. Posteriormente, planteamiento de un estudio relacionado con la física del dispositivo: balance de masa y energía, eficiencia, fenómenos de histéresis (biestabilidad), fenómenos de difusión de reactantes y productos a través de la capa catalítica, criterios de alimentación de gases reactantes (coeficiente estequiométrico crítico en condiciones de auto-humidificación), etc. |

| **BIBLIOGRAFÍA:** |
|---|
| R. O´Hayre, S.W. Cha, W. Colella, F.B. Prinz, Fuel Cell Fundamentals, Wiley (2009) |
| Larminie, J., Dicks, A. Fuel cell systems explained. Ed. John Wiley & Sons (2003) |
| Hoogers, G. *Fuel cell technology handbook*. Ed. CRC Press (2003) |

# Grado en física
# Ficha Trabajo Fin de Grado

| **TITULO:** |
|---|
| **La física de los instrumentos musicales** |

| **DEPARTAMENTO:** | **PROFESOR/ES:** |
|---|---|
| **Física Fundamental** | Mar Serrano Maestro |

| **Asignaturas relacionadas:** |
|---|
| Vibraciones y Ondas, Física Computacional I y II. |

| **OBJETIVOS:** |
|---|
| El objetivo de este trabajo es analizar las características básicas presentes en la física de distintos instrumentos musicales. Por ejemplo, una cuerda puede ser sometida a distintas excitaciones y eso conlleva la presencia de distintos fenómenos físicos: la cuerda de guitarra puede ser punteada con una púa, la cuerda de piano es golpeada por un mazo y la cuerda de violín, por el contrario, se frota con el arco. Las vibraciones de las cuerdas producen fuerzas dependientes del tiempo en el puente y en la caja de resonancia del instrumento, actuando la placa superior de la caja de resonancia como un altavoz que produce el sonido. Se analizará también el movimiento transversal de una membrana bidimensional como modelo prototipo de un instrumento de percusión como puede ser un parche de batería o un banjo. Finalmente, se estudiará la generación de las ondas de sonido que producen estos instrumentos en el aire circundante. El estudiante representará esos instrumentos a través de modelos simples de las ecuaciones de ondas más acordes al sistema en cuestión, y, a través de las discretizaciones espacio-temporales de dichos modelos, realizará simulaciones numéricas. También deberá realizar una búsqueda bibliográfica de la literatura existente. El trabajo puede centrarse exclusivamente en alguno de esos instrumentos señalados. |

| **METODOLOGÍA:** |
|---|
| El trabajo se puede abordar a través de simulaciones numéricas comparando con resultados analíticos o experimentales. Para completar su trabajo el estudiante deberá consultar artículos especializados de la literatura científica. **Requisitos**: El alumno debe conocer un lenguaje de programación, saber inglés y, además, es conveniente que posea un buen conocimiento de matemáticas y de cálculo numérico al nivel del Grado. |

| **BIBLIOGRAFÍA:** |
|---|
| [1] N.H. Fletcher, T.D. Rossing. “The physics of musical instruments”, Springer, New York (2010). |

# Grado en Física
# Ficha Trabajo Fin de Grado

| **TITULO:** |
|---|
| Modelización de ecosistemas |

| **DEPARTAMENTO:** | **PROFESOR/ES:** |
|---|---|
| Física Matemática y de Fluidos | Rubén Díaz Sierra |

| **Asignaturas relacionadas:** |
|---|
| Mét. Matemáticos I, II y III- Fís. Computacional I y II– Sist. dinámicos -Biología |

| **OBJETIVOS:** |
|---|
| Comprender y desarrollar un análisis matemático y computacional de un ejemplo de aplicación del análisis de sistemas dinámicos en un problema de interés de ecología, dinámica de poblaciones, etc. |

| **METODOLOGÍA:** |
|---|
| El equipo docente propondrá problema/s (modelo/s) en función de los intereses del estudiante (ver un ejemplo abajo). El estudiante, cuando se ponga en contacto con el equipo docente, podrá proponer problemas/enfoques/metodologías sobre las que tenga particular interés. En general, se seguirá la metodología:<br><br>1. Revisión bibliográfica del problema.<br><br>2. Análisis teórico del sistema dinámico, normalmente ecuaciones diferenciales ordinarias y/o con derivadas parciales (Existencia soluciones; análisis de estabilidad; bifurcaciones; descripción de comportamientos asimptóticos…)<br><br>3. Realización de simulaciones con el modelo mediante software/lenguaje apropiado (Maple, Matlab…) con diferente alcance según el estudiante (modificación de código previo o escritura de uno propio).<br><br>4. Representación, análisis e interpretación de resultados.<br><br>Ejemplos de posibles problemas/modelos:<br><br>- Análisis de patrones espaciales y transiciones críticas en ecosistemas áridos.<br>- Efecto de las perturbaciones estocásticas sobre la biodiversidad. |

- Modelos implícitos de competencia y coexistencia entre especies vegetales.
- Variantes del modelo Daisyworld (autoregulación y homeostasis).

**BIBLIOGRAFÍA:**

- De Vries G, Hillen T, Lewis M, Müller J, Schönfisch B (2006) A course in mathematical biology: quantitative modeling with mathematical and computational methods. (Vol. 12, Siam.)

- Edelstein-Keshet, Leah (2005) Mathematical Models in Biology. Society for Industrial and Applied Mathematics.

-Murray, J.D. (2002) Mathematical Biology: I. An Introduction, Volume 17 of Interdisciplinary Applied Mathematics. Springer.

(Si está interesado puede solicitar más información, tipo de problemas, bibliografía… a sierra@ccia.uned.es).

# Grado en física

Ficha Trabajo Fin de Grado

| **TITULO:** |
| --- |
| Redes Neuronales |

| **DEPARTAMENTO:** | **PROFESOR/ES:** |
| --- | --- |
| Física Fundamental | Elka Radoslavova Koroutcheva |

| **Asignaturas relacionadas:** |
| --- |
| Mecánica Estadística |

| **OBJETIVOS:** |
| --- |
| Basándose en los recientes avances del campo de la física estadística y de la neurociencia, el objetivo del trabajo es modelar distintos problemas de actualidad, relacionados con las redes neuronales, y comparar los resultados teóricos y numéricos con datos reales. |

| **METODOLOGÍA:** |
| --- |
| La docencia se impartirá a través de un curso virtual dentro de la plataforma educativa de la UNED y con el apoyo continuo por parte del tutor. |

**BIBLIOGRAFÍA:**


- B. Müller, J. Reinhardt and M. Strickland, Neural Networks: An Introduction, (Springer 1995).
- D. Amit, Modelling Brain Functions, (Cambridge, 1989).
- J. Hertz, A. Krogh and R. Palmer, Introduction to the Theory of Neural Computation, (Addison-Wesley, 1991).
- H. Nishimori, Statistical Physics of Spin Glasses and Information Processing: An Introduction (International Series of Monographs on Physics), (Oxford, 2001).

# Grado en física
# Ficha Trabajo Fin de Grado

| **TITULO:** |
|---|
| Evaluación ambiental de sistemas energéticos |

| **DEPARTAMENTO:** | **PROFESOR/ES:** |
|---|---|
| Física Matemática y de Fluidos | Diego Ruiz Amador |

| **Asignaturas relacionadas:** |
|---|
| Termodinámica I, Termodinámica II, Energía y Medio Ambiente. |

**OBJETIVOS:**

- Introducir al estudiante en el uso del Análisis de Ciclo de Vida (ACV) para evaluar el impacto ambiental de sistemas de generación y almacenamiento de energía con especial atención en las energías renovables.

- Comparar tecnologías renovables y convencionales de producción y almacenamiento desde una perspectiva ambiental.

- Identificar las fases críticas del ciclo de vida en términos de impactos ambientales y proponer medidas de mejora o alternativas más sostenibles.

- Aplicar herramientas de modelización y bases de datos para la elaboración de inventarios y la evaluación de indicadores ambientales y de desempeño energético.

**METODOLOGÍA:**

La metodología del trabajo se basará en el Análisis de Ciclo de Vida (ACV) conforme a las normas ISO 14040 e ISO 14044, siguiendo las directrices establecidas en el manual metodológico de la Comisión Europea (ILCD Handbook). Se planteará un estudio de tipo comparativo o de caso, en el que se definirá una unidad funcional y unos límites del sistema adecuados para representar un sistema de producción y/o almacenamiento de energía renovable y posibles comparativas con sistemas de producción convencional o no renovable. El estudiante recopilará datos de inventario a partir de fuentes bibliográficas, bases de datos (como Ecoinvent) o información primaria.

La modelización y evaluación de impactos ambientales se realizará con software utilizando metodologías de evaluación reconocidas (p. ej., ReCiPe o ELCD) y, en su caso, las Reglas de

Categoría de Producto (PCR) aplicables al sector energético. Se interpretarán los resultados para identificar las etapas críticas del ciclo de vida, y se podrán plantear escenarios alternativos o mejoras en el diseño del sistema. El trabajo combinará el uso de herramientas analíticas con un enfoque crítico orientado a la sostenibilidad ambiental de las tecnologías renovables.

**BIBLIOGRAFÍA:**


Curran, M. A. (Ed.). (2017). *Goal and scope definition in life cycle assessment*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-024-0855-3

European Commission – Joint Research Centre (JRC). (2010). *ILCD Handbook: General guide for Life Cycle Assessment – Detailed guidance*. Publications Office of the European Union.

Finnveden, G., Hauschild, M. Z., Ekvall, T., Guiné, J. B., Heijungs, R., Hellweg, S., ... & Suh, S. (2009). Recent developments in Life Cycle Assessment. *Journal of Environmental Management*, 91(1), 1–21. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2009.06.018

Hauschild, M. Z., Rosenbaum, R. K., & Olsen, S. I. (Eds.). (2018). *Life cycle assessment: Theory and practice*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-56475-3

ISO 14044:2006 – Environmental management – Life cycle assessment – Requirements and guidelines. International Organization for Standardization.

Ruiz, D., Zúñiga, I. (2012). *Análisis de ciclo de vida y huella de carbono*. UNED.

The International EPD® System. (2021). *Product Category Rules: Electricity, steam, and hot/cold water generation and distribution (PCR 2015:10, version 4.11)*.