



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2025-26



Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica
Título:	Física y Medicina
Title:	Physics and Medicine
Tutor/es:	M ^a Amparo Izquierdo Gil
E-mail tutor/es:	amparo@ucm.es
Número de plazas:	2
Asignación de TFG:	Asignación directa

Objetivos:

Explorar, conocer y comprender los fundamentos físicos en los que se basan algunas de las técnicas empleadas en el diagnóstico o el tratamiento médico.

Metodología:

- El alumno adquirirá a través de la bibliografía fundamental seleccionada los conocimientos necesarios para desarrollar el trabajo.
- El alumno puede optar por abordar en su trabajo el estudio en profundidad de alguna técnica física concreta empleada en el diagnóstico médico o algunas de ellas interrelacionadas entre sí, o inclusive un análisis de la evolución histórica de estas técnicas empleadas en el diagnóstico médico. También podría centrarse en el estudio de los campos magnéticos y eléctricos en el cuerpo humano, así como en las técnicas de diagnóstico médico asociadas a dichos campos.
- Este trabajo está recomendado para estudiantes de cualquiera de las orientaciones del Grado en Física.

Bibliografía:

- Ballester, F. y Udías, J.M. (2008), Física Nuclear y Medicina, Real Sociedad Española de Física.
- Cameron, J.; Skofronick, J. G.; Roderick, M.G. (1999), Physics of the Body (Second edition), Medical Physics Publishing.
- Cember, H. (1996); Introduction to Health Physics, 3ª ed., McGraw-Hill.
- Cromer, A.H. (2009), Física para las ciencias de la vida, 2ª ed., Editorial Reverté.
- Hobbie, R.K. (2007), Intermediate Physics for Medicine and Biology, 4th edition, Springer Science.



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2025-26

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica
Título:	Física de Astropartículas
Title:	Astroparticle Physics
Tutor/es:	Juan Abel Barrio Uña
E-mail tutor/es:	jabarrio@ucm.es
Número de plazas:	3
Asignación de TFG:	Asignación directa

Objetivos:

La Física de Astropartículas tiene como objetivo por un lado entender la estructura y evolución del Universo a partir de la información que nos proporciona la Física de Partículas Elementales. Por otro lado pretende aprovechar observaciones de tipo Astrofísico para obtener información sobre Física Fundamental. Ello se debe a que en el Universo se dan los fenómenos más violentos y energéticos que conocemos y que involucran interacciones de partículas a energías muy superiores a las que se pueden conseguir con aceleradores. Actualmente esta rama de la Ciencia incluye los campos tan diversos como la Astronomía de Rayos gamma, la Física de Rayos Cósmicos, las Ondas Gravitacionales, la Materia Oscura, etc.

El alumno que elija este trabajo tendrá la oportunidad de profundizar en algunos de estos campos:

- *Materia Oscura*: Evidencias observacionales indican que la mayor parte de la masa de Universo no emite radiación a diferencia de lo que ocurre con la materia cósmica conocida. La búsqueda directa o indirecta de materia oscura y la identificación de su naturaleza es hoy día uno de los campos de investigación más activos en la Física de Astropartículas.
- *Astronomía de Rayos Gamma*: La astronomía de rayos gamma nos permite identificar y estudiar con detalle los aceleradores cósmicos en donde se producen procesos de alta energía aún no entendidos que dan lugar a la emisión de la radiación cósmica. También nos permite estudiar el medio intergaláctico que atraviesan los rayos gamma desde sus fuentes de emisión hasta la tierra), y así caracterizar la Invariancia Lorentz a escalas cosmológicas, la Luz de Fondo Extragaláctico (EBL), etc.
- *Instrumentación terrestre para Física de Astropartículas*: Para poder llevar a cabo los experimentos de Física de Astropartículas está siendo necesario desarrollar instrumentación avanzada para las más altas energías se utilizan detectores localizados en la Tierra, como son los telescopios de radiación partículas cargadas (instalados en suelo), de neutrinos (en el fondo del océano o enterrados en el hielo) y de ondas gravitacionales en tierra.
- *Instrumentación Espacial para Física de Astropartículas*: Los detectores a bordo de satélites son útiles para detectar partículas de energías entre MeVs y cientos de GeV. En este rango son capaces de identificar partículas muy eficientemente y realizar medidas muy precisas. Destacamos Fermi, AMS, o Integral. Existen también propuestas para futuros instrumentos dedicados que se salen de este esquema, como los detectores espaciales de ondas gravitacionales (LISA), rayos cósmicos (JEM-EUSO) o rayos gamma (HERD, AMEGO).

Metodología:

El alumno elegirá para su trabajo, de entre las distintas posibilidades mencionadas, aquella en la que esté más interesado, definiendo el alcance y la orientación.

Una herramienta fundamental para la realización del TFG es la bibliografía. Aparte de la general listada más abajo, será necesario buscar y consultar artículos que describan de manera adecuada al nivel de conocimientos previos del alumno, los últimos avances en el campo objeto de estudio.

Para todo ello el alumno contará con el asesoramiento de profesores especialistas en este campo.

Bibliografía:

- High energy astrophysics. M.S. Longair. 3ª edición. Cambridge University Press, 2011
- TeV Astronomy. Frank M. Rieger, Emma de Ona-Wilhelmi, Felix A. Aharonian. ArXiv:1302.5603
- *Particle Astrophysics*, D. Perkins, 2ª edición. Oxford University Press (Biblioteca UCM online):
<https://ebookcentral.proquest.com/lib/universidadcomplutense-ebooks/detail.action?docID=431188>
- <http://www.ucm.es/gae>



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2025-26



Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica
Título:	Desarrollo del código LegPy para la simulación de la interacción de rayos gamma y electrones con la materia
Title:	Development of the LegPy code for the simulation of the interaction of gamma rays and electrons with matter
Tutor/es:	Víctor Moya, Jaime Rosado
E-mail tutor/es:	victmoya@ucm.es, jrosadov@ucm.es
Número de plazas:	1
Asignación de TFG:	Asignación directa

Objetivos:

Estudio de casos de uso e implementación de nuevas funcionalidades en el código de Monte Carlo (MC) LegPy desarrollado en Python para la simulación del paso de rayos gamma y electrones ($E \sim \text{MeV}$) en cualquier medio material. Algunas de las posibilidades del trabajo son:

- Elaboración de ejemplos de uso de la simulación en Radiofísica.
- Implementación del cálculo de la fluencia en una geometría esférica.
- Implementación del cálculo de dosis a partir de la fluencia espectral.

Metodología:

El estudiante se familiarizará con los procesos físicos de interacción radiación-materia y las simplificaciones razonables empleadas para su implementación en el código LegPy. Podrá implementar nuevos procesos o funcionalidades y evaluarlos mediante la comparación con datos experimentales disponibles o con otros códigos de MC de referencia, como PENELOPE. El desarrollo del código se realizará en lenguaje Python en el paradigma de programación orientada a objetos. Las simulaciones se ejecutarán desde cuadernos Jupyter. Se empleará Github para el desarrollo del código de manera colaborativa y su publicación bajo licencia de código abierto.

Bibliografía:

V. Moya, J. Rosado, F. Arqueros, *An easy tool for the Monte Carlo simulation of the passage of photons and electrons through matter*, *Radiation Measurements*, 169 (2023) 107029.

<https://docs.python.org/3/tutorial/>

<https://numpy.org/>

<https://plotly.com/python/>



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2025-26



Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica
Título:	Desarrollo del código LegPy para la simulación de la interacción de rayos gamma y electrones con la materia
Title:	Development of the LegPy code for the simulation of the interaction of gamma rays and electrons with matter
Tutor/es:	Jaime Rosado
E-mail tutor/es:	jrosadov@ucm.es
Número de plazas:	1
Asignación de TFG:	Asignación directa

Objetivos:

Estudio de casos de uso e implementación de nuevas funcionalidades en el código de Monte Carlo (MC) LegPy desarrollado en Python para la simulación del paso de rayos gamma y electrones ($E \sim \text{MeV}$) en cualquier medio material. Algunas de las posibilidades del trabajo son:

- Elaboración de ejemplos de uso de la simulación en Radiofísica.
- Implementación del cálculo de la fluencia en una geometría esférica.
- Implementación del cálculo de dosis a partir de la fluencia espectral.

Metodología:

El estudiante se familiarizará con los procesos físicos de interacción radiación-materia y las simplificaciones razonables empleadas para su implementación en el código LegPy. Podrá implementar nuevos procesos o funcionalidades y evaluarlos mediante la comparación con datos experimentales disponibles o con otros códigos de MC de referencia, como PENELOPE. El desarrollo del código se realizará en lenguaje Python en el paradigma de programación orientada a objetos. Las simulaciones se ejecutarán desde cuadernos Jupyter. Se empleará Github para el desarrollo del código de manera colaborativa y su publicación bajo licencia de código abierto.

Bibliografía:

V. Moya, J. Rosado, F. Arqueros, *An easy tool for the Monte Carlo simulation of the passage of photons and electrons through matter*, *Radiation Measurements*, 169 (2023) 107029.

<https://docs.python.org/3/tutorial/>

<https://numpy.org/>

<https://plotly.com/python/>



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2025-26



Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica
Título:	Búsqueda de sistemas binarios de agujeros negros supermasivos
Title:	Search for Supermassive Binary Black Hole Systems
Tutor/es:	Alberto Domínguez
E-mail tutor/es:	alberto.d@ucm.es
Número de plazas:	1
Asignación de TFG:	Asignación directa

Objetivos:

La detección de sistemas binarios de agujeros negros supermasivos (SMBBHs) representa uno de los principales retos actuales en el estudio de la evolución galáctica. Aunque su existencia está firmemente respaldada desde el punto de vista teórico, solo se han identificado unos pocos candidatos sólidos debido a las limitaciones de los métodos observacionales convencionales, como la interferometría de muy larga base o la detección de ondas gravitacionales, que no alcanzan las resoluciones necesarias para sistemas ampliamente separados. En este contexto, las oscilaciones cuasiperiódicas (QPOs) observadas en las curvas de luz de blazars en rayos gamma se han posicionado como una de las herramientas más prometedoras, y posiblemente la única actualmente viable, para inferir la presencia de SMBBHs en escalas inalcanzables por otras técnicas. Este Trabajo de Fin de Grado tiene como objetivo estudiar la estabilidad temporal de señales periódicas detectadas en blazars observados por Fermi-LAT. Se aplicarán distintos métodos de análisis en el dominio del tiempo y la frecuencia, incluyendo el Wavelet Weighted Z-transform (WWZ), con el fin de evaluar la persistencia de las QPOs y su posible relación con escenarios de modulación binaria. Los resultados contribuirán a la identificación y caracterización de candidatos a SMBBHs en un régimen aún poco explorado.

1. Identificar y analizar blazars con indicios de oscilaciones cuasiperiódicas (QPOs) en sus curvas de luz en rayos gamma.
2. Estudiar la estabilidad temporal de dichas QPOs a lo largo de los años de observación del satélite Fermi-LAT.
3. Evaluar si la persistencia de estas señales periódicas puede interpretarse como indicio de la presencia de sistemas binarios de agujeros negros supermasivos (SMBBH).
4. Contribuir a la caracterización de un subconjunto de blazars potencialmente asociados a sistemas SMBBH, en escalas de separación no accesibles por interferometría o ondas gravitacionales.

Metodología:

1. Selección de una muestra de blazars con detecciones previas de QPOs o con indicios preliminares de periodicidad.
2. Descarga y preprocesamiento de curvas de luz de Fermi-LAT (utilizando herramientas como el Light Curve Repository).
3. Aplicación del método de Wavelet Weighted Z-transform (WWZ) para caracterizar la estabilidad temporal de las QPOs.
4. Comparación entre distintos intervalos temporales para evaluar la persistencia o desaparición de las señales periódicas.
5. Análisis crítico de los resultados en el contexto de modelos teóricos que explican las QPOs, con énfasis en el escenario de SMBBHs.

Bibliografía:

1. Rico, A., Domínguez, A., Peñil, P., Ajello, M., Buson, S., Adhikari, S., & Movahedifar, M. (2024). Singular Spectrum Analysis of Fermi-LAT Blazar Light Curves: A Systematic Search for Periodicity and Trends in the Time Domain. arXiv preprint, arXiv:2412.05812. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2412.05812>
2. Peñil, P., Westernacher-Schneider, J. R., Ajello, M., Domínguez, A., Buson, S., Otero-Santos, J., Marcotulli, L., Torres-Albà, N., & Zrake, J. (2024). Multiwavelength analysis of Fermi-LAT blazars with high-significance periodicity: detection of a long-term rising emission in PG 1553+113. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 527(4), 10168–10184. <https://doi.org/10.1093/mnras/stad3246>
3. Peñil, P., Domínguez, A., Buson, S., Ajello, M., Otero-Santos, J., Barrio, J. A., Nemmen, R., Cutini, S., Rani, B., Franckowiak, A., & Cavazzuti, E. (2020). Systematic Search for Gamma-Ray Periodicity in Active Galactic Nuclei Detected by the Fermi Large Area Telescope. *The Astrophysical Journal*, 896(2), 134. <https://doi.org/10.3847/1538-4357/ab910d>



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2025-26



Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica
Título:	Evolución espectral en blazars con oscilaciones cuasiperiódicas en rayos gamma con datos de Fermi-LAT
Title:	Spectral Evolution in Blazars with Quasi-Periodic Oscillations in Gamma Rays Using Fermi-LAT Data
Tutor/es:	Alberto Domínguez
E-mail tutor/es:	alberto.d@ucm.es
Número de plazas:	1
Asignación de TFG:	Asignación directa

Objetivos:

Los sistemas binarios de agujeros negros supermasivos (SMBBHs) desempeñan un papel fundamental en la evolución de galaxias activas, pero su detección directa sigue siendo extremadamente limitada. Las técnicas convencionales, como la interferometría o los experimentos de ondas gravitacionales, no permiten observar sistemas con separaciones amplias, típicas de etapas previas a la fusión. Ante esta dificultad, las oscilaciones cuasiperiódicas (QPOs) observadas en la emisión de rayos gamma de algunos blazars se han consolidado como uno de los pocos métodos actualmente viables para detectar indirectamente la existencia de SMBBHs. Este Trabajo de Fin de Grado propone estudiar la evolución del índice espectral en blazars que presentan señales QPO en los datos del satélite Fermi-LAT. A partir de la reconstrucción de espectros temporales, se analizarán variaciones en el índice fotónico y su posible modulación coherente con las fases de la QPO. El objetivo es explorar si estas oscilaciones espectrales pueden interpretarse como reflejo de procesos físicos ligados a la dinámica binaria, como precesión del chorro o variabilidad en la aceleración de partículas, ofreciendo una caracterización más completa de estos sistemas candidatos.

1. Estudiar la evolución del índice espectral de rayos gamma en blazars con señales cuasiperiódicas (QPOs).
2. Explorar posibles correlaciones entre las variaciones espectrales y las fases de las QPOs.
3. Investigar si los cambios en el índice espectral reflejan una evolución física coherente con procesos en núcleos activos, como precesión del chorro o variabilidad en el mecanismo de aceleración.
4. Contribuir a una caracterización espectral diferenciada de los blazars que muestran periodicidades en su emisión gamma.

Metodología:

1. Selección de una muestra de blazars con QPOs identificadas previamente (por ejemplo, a partir de Rico et al. 2025).
2. Descarga de espectros temporales a partir de datos públicos de Fermi-LAT.
3. Estimación del índice espectral (photon index) en distintos intervalos de tiempo, prestando especial atención a la cobertura temporal de los ciclos de QPO.
4. Análisis estadístico de la evolución del índice espectral y su relación con el comportamiento cuasiperiódico.
5. Interpretación física de los resultados a la luz de modelos de emisión (Synchrotron, SSC, etc.) y posibles mecanismos de modulación periódica.

Bibliografía:

1. Rico, A., Domínguez, A., Peñil, P., Ajello, M., Buson, S., Adhikari, S., & Movahedifar, M. (2024). Singular Spectrum Analysis of Fermi-LAT Blazar Light Curves: A Systematic Search for Periodicity and Trends in the Time Domain. arXiv preprint, arXiv:2412.05812. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2412.05812>
2. Peñil, P., Westernacher-Schneider, J. R., Ajello, M., Domínguez, A., Buson, S., Otero-Santos, J., Marcotulli, L., Torres-Albà, N., & Zrake, J. (2024). Multiwavelength analysis of Fermi-LAT blazars with high-significance periodicity: detection of a long-term rising emission in PG 1553+113. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 527(4), 10168–10184. <https://doi.org/10.1093/mnras/stad3246>
3. Peñil, P., Domínguez, A., Buson, S., Ajello, M., Otero-Santos, J., Barrio, J. A., Nemmen, R., Cutini, S., Rani, B., Franckowiak, A., & Cavazzuti, E. (2020). Systematic Search for Gamma-Ray Periodicity in Active Galactic Nuclei Detected by the Fermi Large Area Telescope. *The Astrophysical Journal*, 896(2), 134. <https://doi.org/10.3847/1538-4357/ab910d>



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2025-26



Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica
Título:	Búsqueda de materia oscura
Title:	Dark matter searches
Tutor/es:	Daniel Nieto Castaño
E-mail tutor/es:	d.nieto@ucm.es
Número de plazas:	1
Asignación de TFG:	Asignación directa

Objetivos:

La materia oscura constituye uno de los componentes esenciales del modelo cosmológico que mejor describe nuestro Universo. Desde hace más de 80 años, diversas observaciones han acumulado pruebas de que la mayor parte de la masa del Universo no interactúa con la radiación electromagnética, a diferencia de la materia ordinaria. No obstante, la composición de esta materia oscura sigue siendo un misterio. Por ello, determinar su naturaleza se ha convertido en uno de los retos más urgentes de la Física moderna y en un área de investigación especialmente activa.

La/el estudiante que escoja este trabajo podrá adquirir una visión general del paradigma de la materia oscura, o bien profundizar en algunas de las técnicas específicas empleadas en su búsqueda, en las que participa activamente el Grupo de Física de Altas Energías de la UCM.

Metodología:

El/la estudiante elegirá, entre las distintas opciones propuestas, aquella que despierte mayor interés personal, definiendo así el enfoque y los objetivos específicos del trabajo, es decir, los aspectos concretos en los que se centrará. Las actividades formativas incluirán tutorías personalizadas, asistencia a seminarios especializados, análisis o simulación de datos relevantes para el tema escogido, entre otras.

La bibliografía será una herramienta esencial para el desarrollo del trabajo. Además de la bibliografía general que se proporciona, será necesario identificar y consultar artículos científicos que, adecuados al nivel de conocimientos previos del estudiante, reflejen los avances más recientes en el campo de estudio. Como parte final del proceso, el/la estudiante deberá redactar una memoria del trabajo realizado siguiendo los estándares y el estilo de la literatura científica. Finalmente, presentará públicamente los resultados, empleando el formato habitual de las presentaciones orales en el ámbito académico.

Bibliografía:

Lecturas recomendadas sobre materia oscura:

- Bertone, G. y Tait, T. A New Era in the Quest for Dark Matter. Este artículo ofrece una visión general actualizada sobre los avances y desafíos en la búsqueda de materia oscura.

<https://arxiv.org/abs/1810.01668>

- Slatyer, T. Les Houches Lectures on Indirect Detection of Dark Matter. Una excelente introducción al enfoque de detección indirecta de materia oscura, basada en una serie de conferencias.

<https://arxiv.org/abs/2109.02696>

- Bergström, L. Dark Matter Evidence, Particle Physics Candidates and Detection Methods. Revisión completa de las evidencias observacionales, candidatos teóricos y estrategias de detección.

<http://arxiv.org/abs/1205.4882>

Recursos en línea:

- Fermi Gamma-ray Space Telescope – Dark Matter Overview: Página divulgativa de la NASA sobre cómo el telescopio Fermi contribuye a la búsqueda de materia oscura.

<https://fermi.gsfc.nasa.gov/science/eteu/dm/>

- CTA Observatory – The Dark Side of the Matter: Información sobre los objetivos científicos relacionados con materia oscura del Observatorio CTA. <https://www.cta-observatory.org/the-dark-side-of-the-matter/>

<https://www.cta-observatory.org/the-dark-side-of-the-matter/>



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2025-26



Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica
Título:	Emisión de rayos gamma en estrellas de neutrones
Title:	Gamma ray emission from neutron stars
Tutor/es:	Marcos López Moya
E-mail tutor/es:	marcolop@ucm.es
Número de plazas:	1
Asignación de TFG:	Asignación directa

Objetivos:

Los púlsares se encuentran entre los entornos astrofísicos más fascinantes del Universo. Se trata de estrellas de neutrones en las que se combinan intensos campos gravitatorios y magnéticos (billones de veces más intensos que los del Sol), junto con altísimas velocidades de rotación. El efecto combinado da lugar a la aceleración de partículas hasta energías ultra-relativistas que puede llegar a originar la emisión de potentes chorros de rayos gamma.

El alumno que elija este trabajo tendrá la oportunidad de adquirir una comprensión general sobre el funcionamiento de los púlsares, y de los mecanismos de aceleración de partículas hasta energías ultra-relativistas en entornos astrofísicos. Asimismo, se familiarizará con las técnicas de detección de rayos gamma con telescopios espaciales y terrestres de última generación.

Metodología:

Aunque el trabajo incluye una parte bibliográfica, el alumno también podrá iniciarse en el análisis de datos de telescopios de rayos gamma. Para la parte práctica se aprenderá a manejar herramientas de análisis de datos astrofísicos, utilizándose Python y, eventualmente, se podrán realizar simulaciones de la emisión de rayos gamma en entornos astrofísicos. Para todo ello, además de la bibliografía general listada más abajo, será necesario buscar y consultar artículos que describan los últimos avances en el campo objeto de estudio.

Bibliografía:

- Gamma-ray pulsars: A gold mine, I. A. Grenier, A. K. Harding (2015), <https://doi.org/10.1016/j.crhy.2015.08.013>
- Introduction to Particle and Astroparticle Physics. A. de Angelis & M. Pimenta. Ed. Springer (2018)
- Particle Astrophysics. D. Perkins, Oxford University Press (2009)
- Very High Energy Cosmic Gamma Radiation Universe. F. A. Aharonian. World Scientific (2004)



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2025-26



Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica
Título:	Física y Música
Title:	Physics and Music
Tutor/es:	José Manuel Udías Moinelo
E-mail tutor/es:	jmudiasm@ucm.es
Número de plazas:	3
Asignación de TFG:	Asignación directa

Objetivos:

Comprender la relación entre física, música y sonido, desentrañando el papel de la acústica y la psicoacústica en la percepción musical. Aplicación y estudio de la ecuación de ondas a la generación de sonido de instrumentos musicales. Se plantean tres posibles trabajos, enfocados en instrumentos o grupos de instrumentos musicales diferentes (e.g., viento cuerda /metal /percusión) y/o en aspectos físicos/acústicos diferentes de la experiencia musical.

Metodología:

1. Familiarización con los aspectos mas relevantes sobre del timbre y la física del sonido en instrumentos musicales
2. Aprendizaje del manejo de herramientas y modelos computacionales.
3. Experimentos relacionados con la vibración y la emisión del sonido.
4. Estudio de métodos de síntesis de sonido.
5. Participación en actividades formativas específicas para los trabajos de fin de grado, y directrices para la elaboración del trabajo y de la presentación.
6. Desarrollo del tema de estudio, redacción y revisión del trabajo.
7. Exposición de los trabajos en el Grupo de Física Nuclear antes de la presentación y defensa.

Bibliografía:

1. Benson D. (2006), Music: A Mathematical Offering, Cambridge University Press
2. Johnston, I. (2009) Measured Tones: The Interplay of Physics and Music, CRC Press
3. Parker, B. (2009). Good vibrations: The physics of music. JHU Press
4. Fletcher, N.H. and Rossing, T.D. (1998). The Physics of Musical Instruments, Springer



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2025-26

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica
Título:	Física de los Ecosistemas
Title:	Ecosystems Physics
Tutor/es:	Francisco J. Cao García
E-mail tutor/es:	franco@ucm.es
Número de plazas:	2
Asignación de TFG:	Asignación directa

Objetivos:

- Comprender las bases de la dinámica de los ecosistemas. Procesos de nacimiento, muerte, difusión; influencia de las fluctuaciones ambientales aleatorias; evaluación de riesgos de extinción.
- Adquirir los conocimientos previos necesarios para trabajar en el activo e innovador campo del estudio de los ecosistemas de una perspectiva multiespecie y en sistemas espacialmente extendidos.

Metodología:

- La bibliografía fundamental proporciona los conocimientos necesarios para el trabajo.
 - El alumno puede optar por abordar en su trabajo el estudio varios tipos de problemas (competición, depredador-presa, riesgo de extinción, efectos de la fragmentación del hábitat, efectos de las fluctuaciones ambientales aleatorias, ...)
- Este trabajo incluye interacción con el Grupo de Dinámica fuera del Equilibrio. Recomendado Orientación de Física Fundamental. Se recomiendan conocimientos de programación (R, Python, Matlab).

Bibliografía:

- Gotelli NJ, A primer of Ecology, Sinauer 2008
 - Lande R, Engen S, Saether BE, Stochastic Population Dynamics in Ecology and Conservation, Oxford 2003
- Complementaria:
- May R, Mclean AR (Eds.), Theoretical Ecology: Principles and Applications 3rd Edition, Oxford 2007, by Robert May (Editor), Angela R. Mclean (Editor)