

## OFERTA DE TRABAJOS DIRIGIDOS EN EL MÁSTER EN FÍSICA NUCLEAR. CURSO 2023-24

Oferta de trabajos dirigidos en la UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID				
Director		Título	Temática	Requisitos
Samuel España Ana Espinosa	sespana@ucm.es ana.espinosa@imdea.org	Nanopartículas metálicas con Aplicación en radioterapia	<p>Los avances en nanotecnología aplicada a la medicina, hoy denominada nanomedicina, se han orientado principalmente al desarrollo de nanopartículas para la detección temprana y el tratamiento de diversas enfermedades. El objetivo del trabajo es el estudio de nanopartículas con posibles aplicaciones como radiosensibilizadores.</p> <p>La radioterapia se utiliza con frecuencia en el tratamiento del cáncer, tanto con fines curativos como paliativos. Sin embargo, las dosis de radiación que se pueden administrar a los pacientes están limitadas por la toxicidad en el tejido sano circundante. Se han realizado muchos esfuerzos en Oncología Radioterápica con el objetivo de sensibilizar preferentemente los tumores a la radiación mientras se minimizan los efectos en los tejidos normales. Un enfoque para maximizar la respuesta diferencial entre la respuesta del tumor y del tejido normal es mediante la introducción de material de alto número atómico en el tumor. Para conseguir este objetivo, el uso de nanopartículas metálicas es uno de los ámbitos sobre los que se está realizando más investigación.</p> <p>En este trabajo se realizará un estudio bibliográfico sobre el tema y posteriormente se definirá una estrategia a seguir incluyendo la síntesis de diversas nanopartículas, su caracterización incluyendo la posibilidad de estudiar los efectos fisico-químicos involucrados en el proceso de radiosensibilización así como estudiar el efecto sobre cultivos celulares tumorales.</p>	
Joaquín López Herraiz	jlopezhe@ucm.es	Aplicación de Redes Neuronales para el modelado del transporte de radiación	Se busca usar técnicas modernas de Machine Learning para obtener un modelo rápido y preciso del rango de partículas cargadas (positrones, protones) en medios heterogéneos. La red neuronal se entrena con simulaciones Monte Carlo muy realistas, y una vez entrenada se evalúa tanto con datos simulados como reales. Se considerarán aplicaciones en imagen médica nuclear y protonterapia.	Disposición a aprender sobre Simulaciones y Redes Neuronales
Paula Ibáñez, JM Udías, Joaquín López Herraiz	pbibanez@ucm.es jose@nuc2.fis.ucm.es jlopezhe@ucm.es	Optimización de tratamientos en radioterapia intraoperatoria mediante técnicas de aprendizaje profundo (deep learning)	Con técnicas de aprendizaje profundo se diseñará una herramienta automática de optimización de espacios de fase en radioterapia intraoperatoria. Para ello se creará una base de datos de distribuciones de dosis y espacios de fase que se generará con herramientas de simulación Monte Carlo y se estudiará el potencial de las redes neuronales para optimizar estas simulaciones a partir de medidas realistas, con el objetivo de crear una herramienta de planificación de tratamientos para radioterapia intraoperatoria que proporcione dosis realistas y de manera inmediata.	
Paula Ibáñez, JM Udías	pbibanez@ucm.es jose@nuc2.fis.ucm.es	Diseño y caracterización de un irradiador preclínico de rayos X con potencial para realizar irradiaciones FLASH	En el marco de la colaboración entre el GFN y la empresa SEDECAL ( <a href="https://www.sedec.com/">https://www.sedec.com/</a> ) se desarrollará un irradiador para pequeños animales con tasas FLASH (> 40 Gy/s). La terapia FLASH es uno de los hot topics que hay actualmente en radioterapia ya que se ha visto que las irradiaciones a tan altas tasas producen muchos menos efectos secundarios al tejido sano que la radioterapia convencional manteniendo a la vez un buen control tumoral. Sin embargo, los mecanismos biológicos responsables de este efecto aún están siendo investigados. Un irradiador FLASH compacto, económico y fácil de usar, permitiría reforzar la investigación de este campo. En este trabajo se diseñará el irradiador FLASH basado en rayos X. Esto se llevará a cabo tanto con simulaciones Monte Carlo detalladas de las distintas componentes del irradiador como con una caracterización dosimétrica del tubo de rayos X mediante el uso de películas radiocrómicas. Los resultados de este trabajo se utilizarán para construir un irradiador FLASH para investigaciones preclínicas.	

Joaquín López Herraiz	jlopezhe@ucm.es	Simulación de emisiones anisotrópicas de rayos gamma en campos magnéticos y redes neuronales	Se busca generar simulaciones realistas (con métodos Monte Carlo en GPU) y métodos avanzados de reconstrucción de la señal (con técnicas de compressed sensing y redes neuronales convolucionales) para una nueva técnica de imagen molecular basada en la emisión anisotrópica de rayos gamma en campos magnéticos.	
Joaquín López Herraiz	jlopezhe@ucm.es	Aplicación de Redes Neuronales en Física Nuclear	Se busca usar técnicas modernas de Machine Learning y Deep Learning para obtener parámetros nucleares a partir de las medidas obtenidas en diversos detectores. Se busca ver hasta qué punto se puede lograr reducir el número de detecciones y mantener una calidad de imagen aceptable. Se trabajará con datos reales adquiridos en diversos experimentos en Europa y EEUU. Enfocado al estudio de radioisótopos y aplicaciones en medicina nuclear.	Disposición a aprender sobre Tomografía Nuclear y Redes Neuronales
Joaquín López Herraiz	jlopezhe@ucm.es	Aplicación de Redes Neuronales para el modelado del Transporte de radiación en tejidos	Se busca usar técnicas modernas de Machine Learning y Deep Learning para obtener un modelo rápido y preciso del rango de positrones y protones en la tejidos. La red neuronal se entrena con simulaciones Monte Carlo realistas, y una vez entrenada se evalúa tanto con datos simulados como reales. Enfocado a aplicaciones en imagen médica, protonterapia y desarrollo de software.	Disposición a aprender sobre Redes Neuronales, Machine Learning y Simulaciones.
Joaquín López Herraiz	jlopezhe@ucm.es	Aplicación de Redes Neuronales en Imagen Médica Nuclear	Se busca usar técnicas modernas de Machine Learning y Deep Learning para obtener una mejor imagen nuclear a partir de las medidas obtenidas en diversos detectores. Se busca ver hasta qué punto se puede lograr reducir el número de detecciones y mantener una calidad de imagen aceptable. Se trabajará con datos reales adquiridos en escáneres de Europa y EEUU. Enfocado a aplicaciones en imagen médica, y desarrollo de software.	Disposición a aprender sobre Redes Neuronales, Machine Learning, e Imagen Médica Nuclear.
Daniel Sánchez Parcerisa Gastón García (CMAM)	<a href="mailto:dsparcerisa@ucm.es">dsparcerisa@ucm.es</a> <a href="mailto:gaston.garcia@uam.es">gaston.garcia@uam.es</a>	Estudio de viabilidad de creación de una línea de irradiación vertical en CMAM	El acelerador tándem del del Centro de Microanálisis de Materiales (CMAM), en la Universidad Autónoma de Madrid, permite acelerar protones hasta 10 MeV, correspondientes con un rango en agua de ligeramente superior a 1 mm. Este haz se puede utilizar para realizar numerosos experimentos en radiobiología, incluyendo irradiaciones de cultivos celulares y otros modelos más complejos, como los embriones de pollo. Sin embargo, su disposición únicamente horizontal dificulta el posicionamiento de muestras y la realización de algunos experimentos. El trabajo consistirá en un análisis conceptual de la instalación del CMAM, apoyada en códigos de Monte Carlo como TOPAS y en códigos de cálculo de óptica de haces de partículas, para estudiar la viabilidad de una instalación futura de una línea de irradiación vertical en CMAM, estudiando sus características dosimétricas y requisitos técnicos para su instalación.	
Joaquín López Pablo Galve Paula Ibáñez	<a href="mailto:jlopezhe@ucm.es">jlopezhe@ucm.es</a> <a href="mailto:pgalve@ucm.es">pgalve@ucm.es</a> <a href="mailto:pbibanez@ucm.es">pbibanez@ucm.es</a>	Simulación del rango del positrón en tejidos biológicos	La Tomografía por Emisión de Positrones (PET) es una técnica de imagen molecular que se sirve del decaimiento beta y la aniquilación del positrón para medir la distribución de moléculas de interés biológico dentro del organismo. La información obtenida es vital para el diagnóstico de enfermedades como el cáncer o el Alzheimer. Sin embargo, los positrones emitidos pueden viajar hasta varios milímetros desde el punto de emisión hasta el punto de aniquilación, provocando una importante pérdida de resolución. En este trabajo se desarrollará un código de simulación del transporte de los positrones en los distintos tejidos biológicos del organismo que sea capaz de estimar la distribución de los puntos de aniquilación a partir de una distribución de actividad dada. El objetivo será la implementación del mismo para el estudio del rango del positrón en situaciones realistas a fin de mejorar la calidad de la imagen PET obtenida. <u>Se trabajará con simulaciones y datos reales de equipos PET. Esta investigación se realiza en el marco del proyecto DI2M: Detectores Inteligentes para Imagen Molecular (2021/C005/00147498). Financiado por el Gobierno de España y la UE, Fondos NextGeneration EU y PRTR</u>	
Joaquín López Pablo Galve	<a href="mailto:jlopezhe@ucm.es">jlopezhe@ucm.es</a> <a href="mailto:pgalve@ucm.es">pgalve@ucm.es</a>	<b>Desarrollo y simulación de detectores inteligentes para PET (DI2M)</b>	<i>Se busca desarrollar métodos de simulación e inteligencia artificial para determinar si un escáner de Tomografía por Emisión de Positrones (PET) está funcionando correctamente a partir de las medidas que va adquiriendo. Mediante modelos y simulaciones físicas realistas se puede entrenar una red neuronal que determine si un detector PET está dañado, o si requiere hacer una nueva calibración de tiempo o energía. Se trabajará con simulaciones y datos reales de equipos PET. Esta investigación se realiza en el marco del proyecto DI2M: Detectores Inteligentes para Imagen Molecular (2021/C005/00147498). Financiado por el Gobierno de España y la UE, Fondos NextGeneration EU y PRTR</i>	
Daniel Sánchez Parcerisa	<a href="mailto:dsparcerisa@ucm.es">dsparcerisa@ucm.es</a>	Modelización de la radioquímica post-irradiación en radioterapia de alta tasa (FLASH)	La radioterapia de alta tasa o FLASH ha supuesto una revolución en radioterapia, al evidenciarse que podría permitir una disminución significativa de los efectos secundarios de la radiación, al tiempo que mantiene su capacidad de control tumoral. Los mecanismos radiobiológicos que subyacen al efecto FLASH son todavía una incógnita. El trabajo propone usar herramientas de modelización Monte Carlo como TOPAS-nBIO y otras desarrolladas internamente dentro del Grupo de Física Nuclear para estudiar la cinética química de los radicales libres creados en la radiólisis del agua, que son determinantes en los efectos biológicos de la radiación. Con estos datos pretendemos realizar predicciones comprobables experimentalmente (como la concentración de oxígeno molecular o peróxido de hidrógeno post-irradiación) para diseñar experimentos futuros controlando las condiciones de irradiación.	

Daniel Sánchez Parcerisa, Álvaro Gutiérrez Uzquiza (Fac. Farmacia UCM)	<a href="mailto:dsparcerisa@ucm.es">dsparcerisa@ucm.es</a> <a href="mailto:alguuz@ucm.es">alguuz@ucm.es</a>	Análisis de los efectos de la radiación en distintas líneas celulares	El trabajo se enmarca en el contexto de las investigaciones conjuntas sobre los efectos de la radiación de distinto tipo (fotones, protones) y a distintas tasas (convencional y FLASH) en líneas celulares tumorales (cáncer de pulmón) y sanas (fibroblastos sanos). También se consideran investigaciones en curso sobre inestabilidad genómica ante radiaciones. El estudiante podrá llevar a cabo tareas de irradiación y dosimetría (utilizando un irradiador de Cs-137), preparación y cultivo de muestras biológicas (crecimiento, tinciones, microscopía), análisis de imágenes de cultivos (utilizando software como ImageJ y MATLAB), comparación con datos de literatura, etc. Se utilizarán tanto muestras ya irradiadas como posibles muestras a irradiar en experimentos futuros. En el caso de obtención de resultados prometedores, se reconocerá la participación del estudiante en la publicación de los mismos en revistas especializadas.	
José Manuel Udías Luis Mario Fraile	<a href="mailto:jose@nuc2.fis.ucm.es">jose@nuc2.fis.ucm.es</a> <a href="mailto:lmfraile@ucm.es">lmfraile@ucm.es</a>	Evaluación de nuevos materiales centelleadores para detección de rayos gamma y partículas cargadas	Trabajo experimental en laboratorio para caracterización y puesta a punto de instrumentación de última generación. El objetivo es la medida de la respuesta en energía y tiempo materiales de diversos tipos de centelleadores (inorgánicos, plásticos, fibras centelleantes) para su aplicación a la detección de radiación gamma y partículas cargadas, con aplicaciones en experimentos de espectroscopía, reacciones nucleares a baja energía, medida de tiempos de estados excitados, monitorización de rango en protonterapia y otros. <b><u>Esta investigación se realiza en el marco del proyecto TAU-PRTR: Tecnologías Avanzadas para la Exploración del Universo y sus Componentes . Financiado por el Gobierno de España y la UE, Fondos NextGeneration EU y PRTR.</u></b>	Se requiere disponibilidad para dedicar suficiente tiempo a realizar medidas en el laboratorio de investigación del grupo. Existe la posibilidad de financiación y de continuar la investigación realizando una tesis doctoral.
José Manuel Udías Luis Mario Fraile	<a href="mailto:jose@nuc2.fis.ucm.es">jose@nuc2.fis.ucm.es</a> <a href="mailto:lmfraile@ucm.es">lmfraile@ucm.es</a>	Algoritmos de procesamiento digital de pulsos para medidas de tiempos con centelleadores rápidos	Los detectores de centelleo son dispositivos que juegan un papel fundamental en una amplia gama de áreas de investigación, como la imagen médica o los estudios experimentales en estructura nuclear. Una de las propiedades fundamentales es la buena respuesta temporal que proporcionan. Con el uso cada vez más generalizado de sistemas totalmente digitales para el muestreo de pulsos se hace necesario un estudio sistemático de la respuesta y capacidad de proporcionar buena resolución temporal de los sistemas disponibles en el mercado, así como el desarrollo de algoritmos digitales avanzados para la medida precisa de tiempos con detectores de centelleo. El trabajo de fin de master tratará de establecer los criterios necesarios para alcanzar la buena resolución temporal con sistemas digitales en función de sus parámetros fundamentales (tasa de muestreo, ancho de banda, resolución vertical, etc.). Además se pondrán a punto algoritmos totalmente digitales para medidas de tiempo y se compararan resultados de medidas experimentales usando los algoritmos propuestos con las técnicas tradicionales. <b><u>Esta investigación se realiza en el marco del proyecto TAU-PRTR: Tecnologías Avanzadas para la Exploración del Universo y sus Componentes . Financiado por el Gobierno de España y la UE, Fondos NextGeneration EU y PRTR.</u></b>	Se requiere disponibilidad para dedicar suficiente tiempo a realizar medidas en el laboratorio de investigación del grupo. Existe la posibilidad de financiación y de continuar la investigación realizando una tesis doctoral.
Luis Mario Fraile Andrés Illana	<a href="mailto:lmfraile@ucm.es">lmfraile@ucm.es</a> <a href="mailto:andres.illana@ucm.es">andres.illana@ucm.es</a>	Espectroscopía gamma de alta resolución y medidas de tiempos de vida de estados excitados en núcleos exóticos próximos a 132 Sn.	La región de núcleos exóticos alrededor de 132 Sn es de particular interés para estudios de estructura nuclear debido a su proximidad a los números mágicos tanto de protones (Z=50) como para neutrones (N=82). La información sobre algunas propiedades nucleares puede ser relevante por su potencial impacto en la producción de isótopos en el universo en el proceso-r astrofísico. El trabajo de máster se dedicará al análisis de datos de núcleos en esta región, poblados en desintegración $\beta$ y fisión en experimentos realizados grandes instalaciones internacionales como ISOLDE/CERN y el Institut Laue-Langevin. Se utilizarán datos de espectroscopía gamma con detectores HPGe de alta resolución para construir el esquema de niveles y se empleará el método de coincidencias ultrarrápidas $\beta\gamma\gamma(t)$ para la medida de vidas medias de estados excitados, con el fin de derivar probabilidades de transición. Los resultados se discutirán en el contexto más amplio de los núcleos de la región y se compararán con los cálculos teóricos. Existe la posibilidad de financiación y de continuar la investigación realizando una tesis doctoral.	
José Manuel Udías Luis Mario Fraile	<a href="mailto:jose@nuc2.fis.ucm.es">jose@nuc2.fis.ucm.es</a> <a href="mailto:lmfraile@ucm.es">lmfraile@ucm.es</a>	Monitorización del rango de protones en protonterapia mediante la detección de radiación gamma instantánea	La protonterapia es una técnica radioterapia que emplea haces de protones para tratar tumores con alta precisión. Uno de sus desafíos es asegurar que los protones alcanzan un rango adecuado, deteniéndose en el tumor y evitando daños innecesarios a los tejidos sanos circundantes, para así realizar tratamientos eficaces y seguros. Por eso la monitorización en tiempo real del rango de protones es esencial. En este contexto, la detección de radiación gamma instantánea (prompt-gamma radiation) generada durante la interacción de los protones bien con los tejidos bien con contrastes introducidos ad hoc se ha convertido en una técnica prometedora. El objetivo de este trabajo de fin de máster la optimización y puesta a punto de un sistema de monitorización de rango de protones en protonterapia basado en la detección de gammas prompt con centelleadores rápidos, mediante la realización de simulaciones Monte Carlo y medidas en laboratorio. Se realizarán pruebas con haces de baja energía en el acelerador del CMAM y en condiciones realistas en alguno de los centros de protonterapia actualmente en marcha. <b><u>Esta investigación se realiza en el marco del proyecto TAU-PRTR: Tecnologías Avanzadas para la Exploración del Universo y sus Componentes . Financiado por el Gobierno de España y la UE, Fondos NextGeneration EU y PRTR.</u></b>	Existe la posibilidad de financiación y de continuar la investigación realizando una tesis doctoral.
Luis Mario Fraile	<a href="mailto:lmfraile@ucm.es">lmfraile@ucm.es</a>	Investigación de la estructura nuclear de isótonos con N=50 mediante espectroscopía gamma y fast-timing	Las regiones próximas a las capas cerradas en zonas de la tabla de núcleos lejos de la estabilidad son muy interesantes desde el punto de la estructura nuclear, ya que permiten investigar fenómenos como la competición entre los grados de libertad de partícula independiente y los derivados de efectos colectivos de muchos nucleones. Este es el caso de los núcleos cercanos al 78 Ni, con Z=28 y N=50. En los isótonos con N=50 y A impar en particular, las configuraciones protónicas pueden estudiarse con gran detalle. Es de esperar que la estructura de baja energía en estos isótonos, desde 79 Cu a 89 Y (Z=29 a Z=39), tenga su origen en los orbitales de partícula independiente $f_{5/2}$ , $p_{3/2}$ y $p_{1/2}$ , dando lugar a estados $5/2^-$ , $3/2^-$ y $1/2^-$ , así como a otros niveles de paridad negativa basados en multipletes de protones. El trabajo fin de máster consistirá en el análisis de datos y la interpretación de la estructura de los núcleos 83 As y 85 Br con N=50, centrándose en el estudio de las transiciones entre el primer estado excitado y el fundamental. Si las configuraciones fueran puramente de partícula independiente se esperarían transiciones M1 prohibidas en l, que deberían dar lugar a vidas medias largas y probabilidades de transición pequeñas. De la medida de las vidas medias y la comparación sistemática de núcleos con N=50 se puede obtener información sobre la naturaleza de los estados, y del efecto del número de protones.	

			Existe la posibilidad de financiación y de continuar la investigación realizando una tesis doctoral.
José Manuel Udías	jose@nuc2.fis.ucm.es	Técnicas de procesado de datos reconstrucción de imagen nuclear	Se desarrollarán nuevas técnicas de proceso de datos y reconstrucción de imagen aplicados a datos reales de escáneres PET clínicos y preclínicos. <b>Posibilidad de financiación.</b>
José Manuel Udías	jose@nuc2.fis.ucm.es	Mejora en el diseño de detectores y escáneres para medicina nuclear mediante métodos Monte Carlo	Se mejorarán las correcciones aplicadas a las imágenes nucleares
JM Udías Paula Ibáñez	jose@nuc2.fis.ucm.es pbibanez@ucm.es	Simulaciones de Detectores inteligentes para imagen molecular de mama en el marco del proyecto DI2M	EN colaboración con la empresa SEDECAL y en un proyecto financiado por la estrategia de transformación digital y la Unión Europea, el Grupo de Física Nuclear de la UCM desarrolla un detector para imagen molecular de mama, que pueda sustituir o complementar, con múltiples ventajas, a la mamografía convencional. Este TFM desarrollará tareas en este proyecto, donde se simularán distintos detectores y colimadores para optimizar el sistema de detección. <b><u>Esta investigación se realiza en el marco del proyecto DI2M: Detectores Inteligentes para Imagen Molecular (2021/C005/00147498). Financiado por el Gobierno de España y la UE, Fondos NextGeneration EU y PRTR.</u></b> <b>Posibilidad de financiación.</b>
JM Udías Paula Ibáñez	jose@nuc2.fis.ucm.es pbibanez@ucm.es	Nueva electrónica para Detectores inteligentes para imagen molecular de mama en el marco del proyecto NewMBI	EN colaboración con la empresa SEDECAL y en un proyecto financiado por la estrategia de transformación digital y la Unión Europea, el Grupo de Física Nuclear de la UCM desarrolla un detector para imagen molecular de mama, que pueda sustituir o complementar, con múltiples ventajas, a la mamografía convencional. Este TFM desarrollará tareas en este proyecto, donde se estudiará la electrónica óptima para el sistema de detectores. <b><u>Esta investigación se realiza en el marco del proyecto DI2M: Detectores Inteligentes para Imagen Molecular (2021/C005/00147498). Financiado por el Gobierno de España y la UE, Fondos NextGeneration EU y PRTR</u></b> <b>Posibilidad de financiación.</b>
JM Udías Raúl González	<a href="mailto:jose@nuc2.fis.ucm.es">jose@nuc2.fis.ucm.es</a> <a href="mailto:raugon06@ucm.es">raugon06@ucm.es</a>	Distorsión Coulombiana en procesos de dispersión de electrones por núcleos	La interacción coulombiana entre los leptones y el núcleo blanco, en experimentos de dispersión de leptones por núcleos, ha de tenerse en cuenta para tener resultados correctos, y sin embargo a pesar de los muchos años que hace que se conoce cómo tratarla, no está incluida. En este trabajo veremos como hacerlo. <b>Posibilidad de financiación.</b>
Samuel EspañaPalomares José Manuel Udías	sespana@cnic.es jose@nuc2.fis.ucm.es	Sistema de Muestreo Arterial para la Aplicación de Modelos Cinéticos en PET	La tomografía por emisión de positrones (PET) es una técnica de imagen molecular que permite visualizar in vivo una determinada función biológica dependiente del radiotrazador utilizado. Los datos medidos por un escáner PET se componen de varias componentes que pueden ser identificados utilizando un marco matemático basado en modelos cinéticos. La utilización de modelos cinéticos del trazador permite incrementar sustancialmente la cantidad de información biológica que puede extraerse de estos datos. El propósito de un modelo matemático es definir la relación entre los datos medibles y los parámetros fisiológicos que afectan la captación y el metabolismo del trazador. Los modelos utilizados requieren el conocimiento de la función de entrada a nivel arterial, es decir, la cantidad de trazador que el un determinado tejido tiene disponible en la sangre en cada momento del estudio. Esta función se suele determinar mediante la extracción de muestras de sangre en distintos momentos del estudio y el conteo de la actividad que contiene cada muestra.  El trabajo propuesto tiene como objetivo la construcción y validación de un sistema de muestreo automático de sangre que contenga un detector gamma para la cuantificación de actividad. El trabajo tendrá una etapa inicial de estudio y construcción de un prototipo seguido de la validación de su funcionamiento y su puesta en marcha en estudios con animales.
Joaquín López Herráiz	jlopezhe@ucm.es	Advance analysis of PET data using multiple coincidences	Los escáneres de tomografía por emisión de positrones (PET) se basan fundamentalmente en la detección en coincidencia temporal de los dos pares de rayos gamma que se generan en la aniquilación de los positrones emitidos por radionúcleos como el Flúor-18. Éstos radionúcleos se colocan en moléculas de interés, y permiten obtener imágenes de su biodistribución. Un análisis más detallado de las detecciones que se realizan en un escáner PET muestra que no sólo hay coincidencias de dos rayos gamma, sino que también existen detecciones simultáneas de tres o más rayos gamma. El correcto tratamiento de estos casos puede mejorar la calidad de las imágenes PET.
Andrés Illana Sisón, GFN-UCM	andres.illana@ucm.es	New in-beam spectroscopy above 100 Sn	The accelerator laboratory (JYFL) is a unique research environment of the University of Jyväskylä (Finland), and part of the EUROpean Laboratories for Accelerator Based Science (EURO-LABS) consortium in Europe. The laboratory is a unique international research environment, conducting world-class research on basic natural phenomena. Presently the laboratory hosts three accelerators and several research groups with an extend variety of state-of-the-art research instrumentation. In particular, the Nuclear Spectroscopy group is conducting fundamental research in collaboration with different groups in Europe and abroad. The group utilizes in-beam gamma-ray and electron spectroscopy in conjunction with mass separators to shed more light on the nuclear structure of exotic nuclei, mainly along the proton drip line and in the region of heavy elements. The group has for this purpose a gamma-ray detector array (the Jurogam3 array), 2 electron spectrometers (SAGE and SPEDE), 2 mass separators (RITU and MARA), and several ancillary detectors. Currently, the GFN (UCM) is expanding its activities to in-beam studies in different facilities in Europe. The master research project will consist in analyzing a portion of the recent data of a fusion-evaporation experiment in the region situated in the “north-east” of the doubly magic 100 Sn region. This experiment aimed to extend the in-beam gamma-ray spectroscopy data known up to date in this region. For this purpose, the experiment combined the Jurogam3 detector array for in-beam studies, with the new MARA separator, for tagging the recoil fusion products produced around Jurogam3. The student will familiarize with data analysis in nuclear physics, nuclear reactions, nuclear structure, and statistic methods. In particular, the student will learn how to use ROOT, the standard analysis tool in nuclear and particle physics. This work might have an impact for future proposals at JYFL or other facilities.



Andrés Illana Sisón, GFN-UCM	<a href="mailto:andres.illana@ucm.es">andres.illana@ucm.es</a>	Characterization of the Jurogam3 array using transfer reaction.	The accelerator laboratory (JYFL) is a unique research environment of the University of Jyväskylä (Finland), and part of the EUROpean Laboratories for Accelerator Based Science (EURO-LABS) consortium in Europe. The laboratory is a unique international research environment, conducting world-class research on basic natural phenomena. Presently the laboratory hosts three accelerators and several research groups with an extend variety of state-of-the-art research instrumentation. In particular, the Nuclear Spectroscopy group is conducting fundamental research in collaboration with different groups in Europe and abroad. The group utilizes in-beam gamma-ray and electron spectroscopy in conjunction with mass separators to shed more light on the nuclear structure of exotic nuclei, mainly along the proton drip line and in the region of heavy elements. The group has for this purpose a gamma-ray detector array (the Jurogam3 array), 2 electron spectrometers (SAGE and SPEDE), 2 mass separators (RITU and MARA), and several ancillary detectors. Currently, the GFN (UCM) is expanding its activities to in-beam studies in different facilities in Europe. The master research project will consist in analyze of a recent transfer reaction experiment performed with the Jurogam3 array in conjunction with the charge particle JYTube detector at JYFL. The main goal will be to study the different transfer reactions produced, and at the same time, to determine the fusion-evaporation contaminants produced. The student will familiarize with data analysis in nuclear physics, nuclear reactions, nuclear structure, and statistic methods. In particular, the student will learn how to use ROOT, the standard analysis tool in nuclear and particle physics. This work will have an impact for future experiment with the Jurogam3 array at JYFL.
Samuel EspañaPalomares José Manuel Udías	<a href="mailto:sespana@ucm.es">sespana@ucm.es</a> <a href="mailto:jose@nuc2.fis.ucm.es">jose@nuc2.fis.ucm.es</a>	Estudio de NuevasTécnicas en DetectoresPET	La tomografía por emisión de positrones (PET) es una técnica de imagen molecular que permite visualizar in vivo una determinada función biológica dependiente del radiotrazador utilizado. El trabajo propuesto tiene como objetivo el estudio de nuevas técnicas para el desarrollo de detectores para equipos de imagen PET. El trabajo constará de una primera etapa de estudio sobre el tema y posteriormente se realizarán simulacionesMonte Carlo. Dependiendo del progreso alcanzado podrán realizarse también mediciones experimentales.
Mailyn Pérez Liva Joaquín López Herraiz	<a href="mailto:mailyn01@ucm.es">mailyn01@ucm.es</a> <a href="mailto:jlopezhe@ucm.es">jlopezhe@ucm.es</a>	Súper resolución utilizando redes neuronales en Tomografía por Emisión de Positrones Cardíaca	El movimiento fisiológico y el efecto de volumen parcial (EVP) degradan significativamente la calidad de las imágenes de tomografía por emisión de positrones (PET) cardíacas, limitando sus capacidades cuantitativas. En este trabajo, emplearemos una técnica denominada Super-Resolución (SR), que permite la corrección de movimiento y de EVP simultáneamente, empleando redes neuronales. Para facilitar el proceso de recuperación de la resolución, incorporaremos información anatómica de alta resolución (HR) basada en imágenes de ultrasonidos registradas espacial y temporalmente con las imágenes PET. Los métodos implementados serán aplicados a adquisiciones de PET cardíaco en un modelo de rata de infarto de miocardio.
José Antonio Briz Joaquín López Herráiz José Manuel Udías	<a href="mailto:josebriz@ucm.es">josebriz@ucm.es</a> <a href="mailto:jlopezhe@ucm.es">jlopezhe@ucm.es</a> <a href="mailto:jose@nuc2.fis.ucm.es">jose@nuc2.fis.ucm.es</a>	Reconstrucción de imagen para tomografía computerizada con protones	La Tomografía Computerizada con protones es una técnica de imagen médica que está actualmente en fase de investigación para su posible uso en el diseño de planes de tratamiento en protonterapia. En este trabajo se investigarán diversos algoritmos de reconstrucción de imagen avanzados comenzando por los empleados en PET y CT con rayos X para luego adaptarlos a las peculiaridades de la física de protones.
Raúl González Jiménez, Joaquín LópezHerraiz	<a href="mailto:jlopezhe@ucm.es">jlopezhe@ucm.es</a> <a href="mailto:raugon06@ucm.es">raugon06@ucm.es</a>	Artificial intelligence for the modeling of neutrino-nucleus interactions	Why the Universe is made of matter instead of matter and antimatter in equal proportions? What is the nature and origin of dark matter? The answers to these and other fundamental questions could be in the neutrino oscillation. This phenomenon has opened the door to Physics beyond the Standard Model of Particle Physics and placed the study of these particles in one of the frontiers of the human knowledge. DUNE ( <a href="https://www.dunescience.org/">https://www.dunescience.org/</a> ) and Hyperkamiokande ( <a href="http://www.hyperk.org/">http://www.hyperk.org/</a> ) are the two main projects that represent the medium and long term plans in the field. Since neutrino detectors are made of complex nuclei (e.g. oxygen, carbon, or argon), unravelling the neutrino properties requires to understand with high precision the possible neutrino-nucleus reactionchannels in a broad energy range. A defining challenge is to make predictions of the neutrino-nucleus interaction with state-of-the-art nuclear models, this is due to the fact that highly computationally demanding simulations are required. Artificial Intelligence (AI) tools have shown their capacity to create very accurate models of very complexsystems. These models can be trained using the set of available measurements or known values, and after that they can be used to generate new data in a very short time. The model can be evaluated with a set of testing values which can be compared against the predictions obtained by the AI model. The subject of this work will be to apply AI tools to the modeling of the neutrino-nucleus interaction.
José M. Udías Raúl González Jiménez Óscar Moreno	<a href="mailto:jose@uc2.fis.ucm.es">jose@uc2.fis.ucm.es</a> <a href="mailto:raugon06@ucm.es">raugon06@ucm.es</a> <a href="mailto:osmoreno@ucm.es">osmoreno@ucm.es</a>	Modelos realistas de interacción leptón-núcleo	¿Por qué el Universo está hecho de materia en vez de materia y antimateria en iguales proporciones? ¿Cuál es el origen y naturaleza de la materia oscura? Las respuestas a éstas y otras cuestiones fundamentales podría estar en las oscilaciones de neutrinos. Este fenómeno, que evidencia que los neutrinos tienen masa, ha abierto la puerta a Física más allá del Modelo Estándar y ha situado el estudio de estas partículas en la actual frontera del conocimiento. DUNE ( <a href="https://www.dunescience.org/">https://www.dunescience.org/</a> ) e Hyperkamiokande ( <a href="http://www.hyperk.org/">http://www.hyperk.org/</a> ) son los dos "megaproyectos" que mejor representan los planes de la comunidad a medio y largo plazo. En estos experimentos de oscilaciones de neutrinos es esencial ser capaz de modelar con precisión la interacción entre el neutrino (proyectil) y el núcleo blanco que forma el detector, ya sea oxígeno (agua), carbono (aceites) y argon (detectores de argon líquido). En este trabajo se estudiarán diferentes modelos teóricos de interacción leptón-núcleo para diferentes canales de reacción: canal cuasielástico y/o de producción de piones. A partir de la comparación con datos experimentales se persigue seguir avanzando en el conocimiento y modelado de la respuesta nuclear a la interacción con leptones.
Óscar Moreno Díaz	<a href="mailto:osmoreno@ucm.es">osmoreno@ucm.es</a>	Theoretical study of nuclear beta decaysfor recent experimental proposals	We pursue the theoretical study of the nuclear structure of neutron-deficient isotopes in the region of mercury, with a focus on the details related to their beta decays. The microscopic description of the nuclei starts with a self-consistent deformed Hartree-Fock (HF) mean-field calculation for quasiparticles, on top of which residual interactions are introduced within quasiparticle random-phase approximation (QRPA) to obtain the intensities of Gamow-Teller transitions and beta-decay mean lives. The analysis and presentation of results will be specifically designed to support recent experimental proposals at ISOLDE-CERN on the beta decay of isotopes around mercury 186 using the total absorption spectroscopy technique.

Tomás R. Rodríguez.	tomasrro@ucm.es	Structure of exotic N=Z nuclei with variational approaches	<p>Medium-mass N=Z nuclei are suitable systems to test several many-body phenomena, e.g., proton-neutron pairing correlations, multiple shape-coexistence or isospin symmetry breaking. Additionally, some of these neutron deficient nuclei are of astrophysical interest because they could be waiting-points of rp-process and/or vp-process nucleosynthesis. The theoretical description of these systems is still challenging, in particular, the calculation of their properties within a self-consistent mean-field and beyond-mean-field framework.</p> <p>The aim of this Master's Thesis proposal is the study of even-even and odd-odd N=Z nuclei in the <math>28 &lt; N (= Z) &lt; 50</math> region using a recently developed computer code (TAURUS) that implements those many-body techniques with realistic nuclear interactions.</p>	Requirements: Basic knowledge of: nuclear many-body methods, linux, programming (preferable in FORTRAN).
Tomás R. Rodríguez.	tomasrro@ucm.es	Microscopic description of particle-plus-rotor nuclei	<p>The structure of some nuclei with an odd number of particles (odd-even or even-odd number of protons-neutrons) can be understood as the motion of the unpaired particle and a rotating even-even core. One can distinguish some characteristic spectra depending on the strength of the interaction between the particle and the core.</p> <p>Our goal in this Master's Thesis proposal is the description, from microscopic calculations where the individual nucleons are the actual degrees of freedom of the system, of the spectra obtained with the geometrical picture.</p>	Requirements: Basic knowledge of: nuclear many-body methods, linux, programming (preferable in FORTRAN).

## Oferta de trabajos dirigidos en el CIEMAT

Dr. Pedro Calvo Portela Dra. Concepción Oliver Amorós	<a href="mailto:pedro.calvo@ciemat.es">pedro.calvo@ciemat.es</a> <a href="mailto:concepcion.oliver@ciemat.es">concepcion.oliver@ciemat.es</a>	Beam dynamics study on linear accelerator for hadrontherapy	Study on beam dynamics for a linear accelerator designed specifically for hadrotherapy applications. Hadrotherapy is an emerging cancer treatment modality that utilizes charged hadron beams to deliver highly targeted radiation therapy to cancerous tissues while minimizing damage to surrounding healthy tissue. The primary objective of this study is to optimize and fine-tune the beam dynamics within the accelerator to ensure precise control and delivery of the hadron beams. The research will involve detailed simulations employing optimization algorithms and machine learning to characterize the field maps and the beam properties, including energy, intensity, and beam size, at various stages of the linac. We will also investigate methods to improve beam stability and minimize beam loss during transport, a critical factor in ensuring the effectiveness and safety of hadrotherapy.
Pedro Rato Pedro Arce Dubois	<a href="mailto:pedro.rato@ciemat.es">pedro.rato@ciemat.es</a> <a href="mailto:pedro.arce@ciemat.es">pedro.arce@ciemat.es</a>	Verificación de tratamientos en protonterapia por tomografía de emisión de positrones	<p>La protonterapia utiliza protones para irradiar a los pacientes, ya que gracias al pico de Bragg permite obtener una mejor conformidad de la dosis que con fotones y electrones. En Madrid se han construido dos instalaciones de protonterapia clínica, actualmente en operación. El potencial de la protonterapia se ve limitado por las incertidumbres sobre la posición del pico de Bragg en el paciente, esto es, por la determinación del rango de los protones in vivo.</p> <p>Una de las actividades en las que más intensamente se trabaja en este momento se refiere precisamente a la verificación del rango de los protones in vivo, en particular mediante la detección de la actividad PET (tomografía de emisión de positrones) que los protones producen en el paciente durante la irradiación. En este trabajo se generarán, mediante técnicas Monte Carlo, imágenes PET a partir de planificaciones de tratamientos reales de pacientes, y se desarrollarán distintos métodos de verificación de tratamientos en protonterapia a partir de imágenes PET, usando un diseño de detector PET dedicado, propuesto por el Ciemat.</p>
Pedro Calvo Portela (CIEMAT)	<a href="mailto:Pedro.Calvo@ciemat.es">Pedro.Calvo@ciemat.es</a>	Study of a new H- radiofrequency-based ion source design for accelerators with medical applications.	The Particle Accelerator Unit at CIEMAT develops different components for accelerators with applications in nuclear medicine, from radioisotope production to radiotherapy. The project on offer aims to study a new prototype radiofrequency-based ion source that could be installed in compact cyclotrons, providing an improvement in the initial beam conditions. The study will be based initially on a theoretical understanding of the design and the performing of simulations of the plasma and beam extraction with different codes, making a benchmarking comparison of the results. The aim is to optimize the operation of the source and the improvement of the extracted ion beam, both from the point of view of the beam dynamics and the global operation of the accelerator. In parallel, the student will contribute to the assembly of an experimental facility where experimental measurements of the ion source will be carried out in order to verify its correct operation, contrasting all the results obtained in the simulations.
Dr. Roberto Santorelli (CIEMAT) Luciano Romero (CIEMAT)	<a href="mailto:Roberto.Santorelli@ciemat.es">Roberto.Santorelli@ciemat.es</a> <a href="mailto:Luciano.Romero@ciemat.es">Luciano.Romero@ciemat.es</a>	Estudio, construcción y desarrollo de un detector de doble fase para la detección directa de Materia Oscura con el experimento DarkSide-20k	La detección directa de la materia oscura es uno de los desafíos de la física actual y su descubrimiento supondría un avance tremendo en el conocimiento tanto de los ingredientes fundamentales del universo como en el papel que jugó durante la evolución temprana de éste. El grupo del CIEMAT de Materia Oscura (CIEMAT-DM) tiene una large experiencia en este campo, en particular en el diseño, construcción, operación y análisis de datos de experimentos basados en detectores de Ar líquido. Actualmente participamos en los experimentos ArDM (LSC, Canfranc, España) y DEAP-3600 (SNOLAB; Canadá). Para superar los límites experimentales actuales en la detección de partículas masivas débilmente interactuantes (WIMPs) se requiere una nueva generación de detectores de gran masa. El detector de Ar líquido más grande para la detección directa de materia oscura será DarkSide-20k. Tendrá 20 toneladas de material activo en su volumen fiducial, y una sensibilidad sin precedentes a las señales potenciales de WIMPs. El detector se instalará subterráneamente, en el Gran Sasso National Laboratory (Italia) y empezará a tomar datos en 2022. En este proyecto es esencial conocer la pureza de los materiales desde el punto de vista de la radioactividad natural y la habilidad para distinguir señal de procesos de fondo. Los objetivos del TFM pueden adaptarse a los intereses del/a estudiante, centrándose en análisis de radio-pureza de materiales y/o en simulaciones Monte Carlo necesarias para estimar la contribución de los procesos de fondo del experimento. Las tareas propuestas conllevan un aprendizaje intenso de física de partículas, nuclear y de detectores, y suponen una experiencia excelente para enfrentarse a un doctorado posterior en física de partículas o astrofísica.
Dr. Vicente Pesudo (CIEMAT) Dr. Pablo García-Abia (CIEMAT)	<a href="mailto:Vicente.Pesudo@ciemat.es">Vicente.Pesudo@ciemat.es</a> <a href="mailto:Pablo.Garcia@ciemat.es">Pablo.Garcia@ciemat.es</a>	Análisis de datos de los experimentos de búsqueda directa de Materia Oscura, Dark Matter ArDM/DART y DEAP-3600	La naturaleza de la materia oscura es considerada una de las cuestiones abiertas de la física moderna. Muchas observaciones experimentales sugieren que menos del 15% del contenido en materia de nuestro universo está formado por “materia ordinaria”, mientras que la mayor parte consiste en materia no-luminosa y no-bariónica, que se manifiesta únicamente a través de efectos gravitatorios. Una explicación posible a esta cuestión pasa por asumir la existencia de unas partículas masivas y débilmente interactuantes, llamadas WIMPs, que serían reliquias del Big Bang. Hay diversos proyectos experimentales, llevados a cabo en laboratorios subterráneos, que buscan señales diminutas provenientes de las interacciones de WIMPs. Uno de ellos es el experimento DEAP-3600, que contiene 3600 kg de Ar líquido y está situado en el laboratorio SNOLAB (Canada). El grupo del CIEMAT-DM participa en la adquisición de los datos y en su análisis, y desarrolla técnicas avanzadas de análisis para optimizar la sensibilidad a la detección de señales de WIMPs, y que a su vez reducen significativamente la contribución de procesos de fondo. Por otro lado, nuestro

			grupo participa en el experimento ArDM/DART, instalado en el Laboratorio Subterráneo de Canfranc, bajo los Pirineos, cuyo objetivo es medir la contaminación de radio nucleidos en Ar radio-puro, que es uno de los parámetros más importantes para definir la sensibilidad del experimento a la detección de WIMPs. El propósito de este TFM es contribuir al análisis de los datos que se están tomando en DEAP-3600 y ArDM/DART, y verificar las prestaciones de los detectores de Ar líquido y su capacidad de distinguir sucesos de señal de los de fondo. Las tareas propuestas conllevan un aprendizaje intenso de física de partículas, nuclear y de detectores, y suponen una experiencia excelente para enfrentarse a un doctorado posterior en física de partículas o astrofísica.
Dr. José I. Crespo-Anadón (CIEMAT)	<a href="mailto:jcrespo@ciemmat.es">jcrespo@ciemmat.es</a>	Búsqueda de Física Más Allá del Modelo Estándar con el Experimento SBND de Fermilab	Las masas de los neutrinos y su enorme diferencia con el resto de las partículas elementales constituyen la más fuerte sugerencia de la existencia de Física Más Allá del Modelo Estándar. El experimento SBND, una cámara de proyección temporal de argón líquido situada a tan sólo 110 m del origen del haz de neutrinos Booster Neutrino Beam (BNB) en Fermilab (Illinois, EEUU), tiene entre sus objetivos la búsqueda de Nueva Física. En este Trabajo de Fin de Master se estudiará la sensibilidad de SBND a diferentes extensiones del Modelo Estándar.
Dra. Clara Cuesta (CIEMAT)	<a href="mailto:Clara.Cuesta@ciemmat.es">Clara.Cuesta@ciemmat.es</a>	Sensibilidad a los neutrinos de supernova de DUNE (Deep Underground Neutrino Experiment)	El experimento DUNE (Deep Underground Neutrino Experiment) es una poderosa herramienta para realizar búsquedas de física de baja energía. DUNE será especialmente sensible a los neutrinos electrónicos provenientes de la explosión de una supernova de colapso del núcleo. La detección de neutrinos procedentes de una supernova aportará información sobre la propia supernova, pero también sobre la naturaleza de los neutrinos. Se llevarán a cabo estudios del potencial de DUNE para diferentes modelos de supernova con el fin de evaluar la sensibilidad de DUNE para proporcionar información sobre la explosión de la supernova de colapso del núcleo o de la física de los neutrinos.
Dra. Carmen Palomares (CIEMAT)	<a href="mailto:mc.palomares@ciemmat.es">mc.palomares@ciemmat.es</a>	LiquidO: Una nueva tecnología para la detección de neutrinos	Las incógnitas abiertas en física de neutrinos exigen enormes detectores (>kton), de gran resolución energética y que permitan identificar las partículas resultantes con precisión. Un detector con estas características basado en un diseño simple y no muy costoso supondría un avance enorme en este campo. LiquidO es un proyecto de I+D para el desarrollo de una nueva tecnología de detección de neutrinos. Esta nueva tecnología se basa en el uso de líquido centellador opaco que resuelve las limitaciones del método tradicional de detección de neutrinos con líquido centellador para su uso en futuros experimentos. El trabajo propuesto consiste en el desarrollo de simulaciones Monte Carlo y en el análisis de datos de los prototipos que están probando las prestaciones de esta tecnología. El trabajo tiene lugar en el entorno de una colaboración internacional en la que participan institutos y universidades de Francia, Gran Bretaña, Alemania y Japón.
Dr. Miguel Angel Velasco (CIEMAT) Dr. Jorge Casaus (CIEMAT)	<a href="mailto:MiguelAngel.Velasco@ciemmat.es">MiguelAngel.Velasco@ciemmat.es</a> <a href="mailto:Jorge.Casaus@ciemmat.es">Jorge.Casaus@ciemmat.es</a>	Búsqueda de fotones oscuros procedentes del Sol mediante experimentos espaciales	Los constituyentes de la materia oscura podrían interactuar con el Modelo Estándar a través de los bosones gauge de una simetría U(1) espontáneamente rota, los denominados fotones oscuros, que podrían producirse en gran cantidad como producto de la aniquilación de materia oscura capturada gravitacionalmente en el Sol. Estos fotones oscuros escaparían del Sol y decaerían en pares de partículas cargadas del Modelo Estándar que pueden ser detectadas mediante experimentos de rayos cósmicos espaciales. En este trabajo se investigará la sensibilidad para la detección de dichas señales tanto de los experimentos actuales (AMS-02, DAMPE, CALET) como de los instrumentos de próxima generación (HERD, ALADiO, AMS-100).
Dr. Miguel Angel Velasco (CIEMAT) Dr. Jorge Casaus (CIEMAT)	<a href="mailto:MiguelAngel.Velasco@ciemmat.es">MiguelAngel.Velasco@ciemmat.es</a> <a href="mailto:Jorge.Casaus@ciemmat.es">Jorge.Casaus@ciemmat.es</a>	Fenómenos transitorios en rayos gamma y física multi-mensajero con detectores espaciales	La monitorización continua del cielo mediante rayos gamma de alta energía constituye una poderosa herramienta para identificar efectos transitorios asociados a los fenómenos más energéticos producidos en el cosmos. De este modo, la detección de señales retardadas correspondientes a los estallidos cortos de rayos gamma asociados a la contrapartida electromagnética de eventos de ondas gravitacionales puede proporcionar información esencial sobre la naturaleza y la localización de su progenitor. En este trabajo se investigará el potencial de futuros detectores espaciales de rayos cósmicos de gran campo de visión (HERD, AMS-100) para la detección de señales transitorias de rayos gamma.
Dr. Pablo García (CIEMAT) Dr. Carlos Delgado (CIEMAT) Dr. Miguel Cárdenas (CIEMAT)	<a href="mailto:pablo.garcia@ciemmat.es">pablo.garcia@ciemmat.es</a> <a href="mailto:carlos.delgado@ciemmat.es">carlos.delgado@ciemmat.es</a> <a href="mailto:miguel.cardenas@ciemmat.es">miguel.cardenas@ciemmat.es</a>	Estudios de ondas gravitacionales con datos del experimento Virgo	El grupo de Ondas Gravitacionales del CIEMAT participa en el análisis de datos del experimento Virgo. Estamos especialmente interesados en estudios de física fundamental, como la energía oscura, la materia oscura y la estimación de parámetros cosmológicos. En este TFM, el estudiante contribuirá a los análisis del fondo estocástico y en la búsqueda de señales sin plantillas bien definidas, como la explosión de Supernovas. Para estos estudios, se prevé la introducción de técnicas de Machine Learning y Deep Learning, centradas en la Inteligencia Artificial Explicable (XAI). XAI se llevará a cabo para generar clasificadores y predictores robustos y no sesgados, que permitan identificar las variables más relevantes para las predicciones.
Dr Alvaro Navarro Tobar Dra. Cristina Fernández Bedoya	<a href="mailto:alvaro.navarro@ciemmat.es">alvaro.navarro@ciemmat.es</a> <a href="mailto:cristina.fernandez@ciemmat.es">cristina.fernandez@ciemmat.es</a>	Estudios del nuevo algoritmo de disparo de muones en CMS con datos de colisiones del LHC	El LHC (Large Hadron Collider) del CERN está planeando una mejora que conseguirá un incremento de un factor 10 en luminosidad (10 veces el número de colisiones por segundo), en lo que se conoce como High Luminosity LHC, o HL-LHC. Con ello se lograrán medidas más precisas sobre partículas elementales y acceder a procesos más allá de la sensibilidad actual, alguno de los cuales puede ser inesperado. Las mejores colisiones y las más interesantes se seleccionan con algoritmos implementados en los sistemas de Trigger, que requieren también mejoras para este nuevo escenario. CIEMAT ha desarrollado un nuevo algoritmo de trigger para el detector CMS, capaz de operar a la máxima luminosidad prevista, y además con resoluciones temporales óptimas. En este TFM el estudiante trabajará el proceso de selección requerido para el sistema de trigger de un experimento en la frontera del conocimiento y aprenderá el proceso de optimización del trigger de muones de CMS usando muestras de datos de simulación y de colisiones reales.



<p>José Manuel García Regaña, Iván Calvo</p>	<p>jose.regana@ciemat.es; ivan.calvo@ciemat.es</p> <p>* Webpage: <a href="http://fusionsites.ciemat.es/icalvo/">http://fusionsites.ciemat.es/icalvo/</a></p>	<p>Theory and simulation of stellarator plasma turbulence</p>	<p>Thermonuclear fusion and its success as a future energy source rely on achieving tolerable levels of heat transport losses out of the confined plasma. In present day experiments, these losses are attributed, to a large extent, to the turbulent processes associated with fluctuations of the plasma electromagnetic fields with characteristic spatial scale of the order of the Larmor radius of the plasma species. The theoretical framework for the study of these fluctuations is gyrokinetic theory [1]. The quantitative evaluation of the transport driven by gyrokinetic turbulence is in most situations carried out by numerical simulations performed in massive parallel computing platforms. For tokamaks, gyrokinetic codes are mature and have been extensively validated against experiments. Whereas tokamaks are axisymmetric (which reduces the dimensionality of the equations to be simulated), stellarators are intrinsically three-dimensional, and this has led to specific difficulties and, until recently, a comparatively slower progress of the field (see e.g. [2]). The aim of the present master's thesis project is to investigate turbulence in stellarator plasmas by means of the modern, advanced gyrokinetic code stella [3]. The project includes applications to present-day stellarators such as W7-X (Greifswald, Germany) [4], LHD (Toki, Japan) [5] and TJ-II (Madrid, Spain) [6]. Interest of the candidate on theory and numerical simulations is highly recommended.</p> <p>[1] P. Catto, Plasma Phys. 20, 719 (1978) [2] P. Helander et al., Plasma Phys. Control. Fusion 54, 124009 (2012) [3] M. Barnes et al., J. Comput. Phys. 391, 365 (2019) [4] <a href="https://www.youtube.com/watch?v=u-fbBRAXJNk">https://www.youtube.com/watch?v=u-fbBRAXJNk</a> [5] <a href="http://www.lhd.nifs.ac.jp/en/home/lhd.html">http://www.lhd.nifs.ac.jp/en/home/lhd.html</a> [6] <a href="http://fusionsites.ciemat.es/tj-ii">http://fusionsites.ciemat.es/tj-ii</a></p>
<p>José Luis Velasco</p>	<p>joseluis.velasco@ciemat.es</p> <p>Webpages: <a href="http://fusionsites.ciemat.es/jlvelasco/">http://fusionsites.ciemat.es/jlvelasco/</a> <a href="http://fusionsites.ciemat.es/multitransstell/">http://fusionsites.ciemat.es/multitransstell/</a></p>	<p>Energetic ion confinement in optimized stellarators</p>	<p>Very good confinement of fusion-generated alpha particles is a sine qua non for a fusion reactor. These very energetic ions are expected to contribute to heat the fusion reactants, which implies that their confinement time must be sufficiently longer than the time that it takes them to thermalize by giving their energy to the plasma. An even more restrictive criterion is set by the heat loads on the walls: alpha particles that are promptly lost, and that therefore retain most of their original energy, could damage the plasma-facing components of the reactor wall. In magnetic fusion devices of the stellarator type, neoclassical processes are the main concern with respect to energetic ion confinement. Particles trapped in the magnetic field of axisymmetric tokamaks, while moving back and forth along the field lines, experience radial excursions that produce banana-shaped orbits, but, on average, no net radial displacement takes place in the absence of collisions. Things are different in a generic stellarator, where collisionless trapped orbits are not confined (this also applies to tokamaks in which axisymmetry is not perfect). For this reason, the magnetic configuration of a stellarator has to be carefully designed in order to minimize energetic ion losses. The student will characterize the confinement of energetic ions in stellarators by numerically solving kinetic plasma equations. This will be done for a variety of optimized stellarator configurations, including Wendelstein 7-X (Greifswald, Germany) and the Large Helical Device (Toki, Japan). With his/her calculations, the student will be contributing to the participation of the Laboratorio Nacional de Fusión in the experimental campaigns of these two devices. Additionally, he/she will be taking part in a longer term project that has the goal of designing new optimized stellarator configurations that can be candidates for future fusion reactors.</p>
<p>Edilberto Sánchez González</p>	<p>edi.sanchez@ciemat.es</p> <p>Webpages: <a href="http://fusionsites.ciemat.es/picgklnf/">http://fusionsites.ciemat.es/picgklnf/</a> <a href="http://fusionsites.ciemat.es/multitransstell/">http://fusionsites.ciemat.es/multitransstell/</a></p>	<p>Global gyrokinetic simulations in stellarators</p>	<p>Turbulence is considered one of the key issues limiting energy and particle confinement in present magnetic confinement fusion devices. Nowadays, the study of turbulence in magnetized plasmas largely relies on gyrokinetic theory [1]. This formalism, based on first principles, makes plasma turbulence more tractable and permits the development of simulation codes. Nevertheless, the numerical simulation of plasma instabilities and the turbulence they produce using gyrokinetic codes requires huge computational resources and is only possible using large supercomputers.</p> <p>This master's thesis proposal deals with the numerical simulation of plasma instabilities and turbulence in stellarator devices employing the global gyrokinetic code EUTERPE [2], which allows the simulation of the full radial domain. It continues previous work carried out at the Laboratorio Nacional de Fusión, CIEMAT [3]. The project will include simulations in the Mare Nostrum [4] and Marconi [5] supercomputers. The outcome of numerical simulations will eventually be compared with experimental measurements from the stellarators TJ-II [6], operated at the Laboratorio Nacional de Fusión, in Madrid, and W7-X [7], the most advanced stellarator in the world, in operation at the Max Planck Institute für Plasmaphysik, in Greifswald, Germany.</p> <p>[1] P. Catto, Plasma Phys. 20 719-722 (1978). [2] G. Jost, et al. Physics of Plasmas, 8(7) 3321 (2001). [3] <a href="http://fusionsites.ciemat.es/picgklnf/">http://fusionsites.ciemat.es/picgklnf/</a> [4] <a href="https://www.bsc.es/es/marenostrum/marenostrum">https://www.bsc.es/es/marenostrum/marenostrum</a> [5] <a href="https://www.hpc.cineca.it/hardware/marconi">https://www.hpc.cineca.it/hardware/marconi</a> [6] <a href="http://www.fusion.ciemat.es/tj-ii-2/">http://www.fusion.ciemat.es/tj-ii-2/</a> [7] <a href="https://www.youtube.com/watch?v=u-fbBRAXJNk">https://www.youtube.com/watch?v=u-fbBRAXJNk</a></p>
<p>Daniel Carralero, Teresa Estrada Laboratorio Nacional de Fusión, CIEMAT. Madrid (Spain).</p>	<p>daniel.carralero@ciemat.es</p>	<p>Turbulence in nuclear fusion plasmas: reflectometry in the optimized stellarator Wendelstein 7-X.</p>	<p>One of the key obstacles in the path to commercial magnetic nuclear fusion is the lack of predictive capabilities regarding the behavior of turbulence in reactor-relevant plasma conditions. In particular, turbulence has recently proven to be critical for the performance of the optimized stellarator Wendelstein 7-X (W7-X) at the Max Planck Institute for Plasma Physics (Greifswald, Germany), the most recent step of the stellarator line in the path towards the fusion reactor and the world's largest device of its kind: during the last experimental campaign the ion temperatures achieved at the core of W7-X were severely limited by the onset of electrostatic instabilities of the Ion Temperature Gradient (ITG) kind, which substantially increased turbulent transport, thus significantly degrading the overall confinement of the machine. Because of this, only a handful of high performance scenarios - which were able to stabilize the ITG turbulence through the buildup of strong density gradients- achieved the nominal core ion temperatures of 2-2.5 keV which were expected according to neoclassical optimization. This process was carefully documented in the LNF using a Doppler reflectometer, a diagnostic developed by CIEMAT as a joint endeavor with the IPP Greifswald, and one of the very few ones installed in W7-X which can be used to characterize turbulence. With this device, the decrease of density fluctuations was measured under high performance scenarios [2], and linked to the suppression of ITG modes by comparison to theoretical models and simulations [3]. This work will be greatly expanded in the upcoming W7-X experimental campaign (November 2022 to April 2023), in which an upgraded reflectometer system will be used in a number of experiments to further investigate the nature of turbulence, and the ways to bring it under external control. In the course of this master thesis, the student will analyze Doppler reflectometer data from previous and present experimental campaigns in order to characterize turbulence. In particular, the frequency spectra of the density fluctuations will be evaluated over a range of radial positions for the most relevant plasma scenarios. Then, he/she will compare the results to theoretical predictions from state-of-the-art gyrokinetic simulations already being carried out at the LNF in order to identify the nature of the turbulent instabilities giving rise to the analyzed fluctuations.</p> <p>[1] <a href="https://www.youtube.com/watch?v=u-fbBRAXJNk">https://www.youtube.com/watch?v=u-fbBRAXJNk</a> [2] <a href="https://doi.org/10.1088/1741-4326/abddee">https://doi.org/10.1088/1741-4326/abddee</a> [3] <a href="https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1741-4326/ac112f">https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1741-4326/ac112f</a></p>

Requirements: Basic programming skills in matlab/python. Preferably, some background on plasma physics and data analysis.

## Oferta de trabajos dirigidos en el CSIC

José Antonio Briz, Instituto de Estructura de la Materia, CSIC	jose.briz@csic.es	Experimental tests of IEM-CSIC scanner prototype for medical imaging with protons	Our group is building a prototype of scanner for medical imaging using protons at usual beam energies in protontherapy (30-230 MeV). The scanner is built using silicon and scintillation detectors commonly used in Experimental Nuclear Physics. During 2021, experimental tests of the prototype will be performed in two international facilities: KVI in Groningen (Netherlands) and CCB in Krakow (Poland). The tests will be done acquiring images in radiography mode (single image) and tomography mode (multiple projections at different rotation angles) of simple phantoms. This TFM student will help in the preparation of both experiments doing tests in our Laboratory in IEM-CSIC and Geant4 simulations and will perform the data analysis and extraction of results.	
Christophe Rappold, Instituto de Estructura de la Materia, CSIC	Christophe.rappold@csic.es	Development of a Bayesian filter for track finding in cylindrical detection system	In the coming WASA@FRS experiment at GSI-FAIR facility, Germany, a cylindrical detection system inside a solenoid magnet is in use for tracking light hadron produced in the nuclear collision of 6Li and 12C at 2GeV/u. The cylindrical detection system is composed of concentric layers of strawtubes, forming the MDC (Mini Drift Chamber) particle tracking system. Additionally a plastic scintillator barrel at the outer radial layer is in place for the particle identification and final tracking layer. In the experiment, particles interact with the different straw tubes and plastic scintillator bars. In each event, the set of detected hits form the MDC and scintillator bar are then used to create a set of track candidates. This procedure is called the track finding process. The goal of the proposed TFM is to develop a new algorithm for finding the tracks in the central detection system. The new idea is to use a Bayesian filter to track backwards from the outer layer to the inner layer and associate sub-set of hits into track candidates using prior probabilistic distributions.	Requirements: fluent in Python and/or C++ programming, Statistics, Monte Carlo simulations, High energy nuclear physics.
Christophe Rappold, Instituto de Estructura de la Materia, CSIC	Christophe.rappold@csic.es	Development of a machine learning discriminator for improving the signal-to-background ratio of the 3AH hypernuclear signal in HypHI Phase 0 experiment	In the previous experiment of the HypHI collaboration, the Phase 0 experiment, the light hypernuclei 3ΛH and 4ΛH were observed in the collision of 6Li+12C at 2AGeV. The goal of the proposed TFM is to use of machine learning techniques for improving the signal-to-background ratio of 3ΛH experimental signal. The experimental data and Monte-Carlo simulations will be used for creating, teaching and evaluating the different ML algorithms.	Requirements: fluent in Python and/or C++ programming, Statistics, Monte Carlo simulations, High energy nuclear physics.
Teresa Kurtukian Nieto, Instituto de Estructura de la Materia, CSIC / LP2i Bordeaux CNRS, Francia.	teresa.kurtukian@iem.cfm ac.csic.es	Study of A=88-90 Br and Se decay important for the rapid-neutron capture process of stellar nucleosynthesis	The study of the properties of neutron-rich nuclei with mass around A=90 is important in order to understand the nucleosynthesis process behind the observed abundances of elements in the solar system and some ultra-metal-poor (UMP) stars. Recent observations of anomalously large abundances of stable Sr, Y, and Zr in some UMP stars, as compared to heavier neutron-capture elements, have brought about new questions regarding the rapid neutron capture process (r-process) mechanism and its possible sites. The goal of the proposed TFM is to use gamma spectroscopy techniques to identify new states on selenium and bromine isotopes which are the beta decaying precursors of the stable Sr, Y, and Zr. What are you going to do? The TFM research project will consist of the data analysis of an experiment performed at ILL, Grenoble measuring neutron-induced fission fragments from 235-U. You will analyze the beta decay of exotic nuclei with mass A=88, 89 and 90, measured using an array of two clover Ge detectors and the LOHENIE plastic scintillator array coupled with a BGO detector. What are you going to learn? During the TFM work, you will learn about stellar nucleosynthesis processes, in particular about the r-process, as well as the nuclear structure of neutron-rich nuclei studied by beta decay. You will learn about beta and gamma-ray detection techniques, as well as data analysis including coincidences and add-back techniques that will be implemented using CERN/ROOT framework and C++, which are tools extensively used in nuclear and particle physics.	
Katrin Wimmer, Instituto de Estructura de la Materia, CSIC	k.wimmer@csic.es	Reaction vertex determination with neural networks	In order to be able to perform accurate Doppler correction of gamma-rays emitted in relativistic nuclear reactions, the reaction vertex has to be known for each event. A new proposal is to use an array of active target detectors to measure the energy loss of the projectile in each layer. The determination of the reaction layer can then be achieved with a trained artificial neural network. The aim of this work is to develop the neural network analysis using simulated data and benchmark the prediction accuracy.	
Andrea Jungclaus Instituto de Estructura de la Materia, CSIC	andrea.jungclaus@iem.cfm ac.csic.es	High-resolution gamma-ray spectroscopy at relativistic energies	Summary: In this project, the candidate will learn how to analyze data taken in a state-of-the-art experiment in experimental nuclear physics. Taking advantage of the high energy resolution offered by the array of segmented Ge detectors HiCARI, an experiment has been conducted at the Radioactive Isotope Beam Factory (RIBF) at RIKEN (Tokyo, Japan) in November 2020 to study nuclei in the region around doubly-magic 132Sn. The radioactive beams of interest were produced in the projectile fission of a 238U beam at relativistic energies, separated and identified by the BigRIPS spectrometer and finally induced secondary reactions (nucleon removal and inelastic scattering) on light and heavy targets.	
Bruno Olaizola - Instituto de estructura de la materia, CSIC.	bruno.olaizola@cern.ch	Study of exotic nuclei with GRIFFIN	The GRIFFIN array at TRIUMF, Canada, is currently the state-of-the-art spectrometer, with one of the highest gamma-ray efficiencies and a suit of ancillary detector that allows for in-depth decay experiments. It is routinely used to study the structure of some of the most exotic isotopes with extreme neutron-to-proton ratios. What are you going to do? The master research project will consist of the data analysis of recent GRIFFIN experiments. You will analyze the beta decay of exotic nuclei and build their level schemes, making use of different nuclear physics techniques, such as angular correlations or conversion electron spectroscopy. What are you going to learn? During this work, you will familiarize yourself with GRIFFIN and TRIUMF, a world-leading laboratory. You will also learn to use powerful analysis tools like ROOT, the most commonly used software in the nuclear and particle physics field. Finally, you will gain in-depth knowledge about nuclear structure far from stability and a wide range of nuclear physics detectors, able to detect gamma rays or charged particles.	

Bruno Olaizola - Instituto de estructura de la materia, CSIC. Andrés Illana – GFN-UCM	bruno.olaizola@cern.ch <a href="mailto:andres.illana@ucm.es">andres.illana@ucm.es</a>	<b>Beta decay experiments at ISOLDE, CERN</b>	The ISOLDE laboratory pioneered the development of radioactive beams, and it is still considered a world-class laboratory in nuclear physics. One of its experimental lines is the ISOLDE Decay Station (IDS), which is the permanent setup to conduct decay experiments of exotic nuclei, with a special focus on beta decay. The CSIC and UCM groups routinely use IDS to unravel the nuclear structure of isotopes far from the Valley of Stability. What are you going to do? The master research project will consist of the data analysis of recent IDS experiments. You will analyze the beta decay of exotic nuclei, building their level schemes and measuring the lifetime of excited state in the picoseconds (10 -12 s) range. What are you going to learn? During this work, you will familiarize yourself with the fundamental aspects of decays experiments at IDS, and with the ISOLDE facility at CERN. You will also learn how to use powerful analysis tools like ROOT, the most popular software in the nuclear and particle physics field. Finally, you will gain in-depth knowledge about nuclear structure far from stability and a wide range of nuclear experimental techniques.
Mª José García Borge Vicente García Távora Instituto de estructura de la materia, CSIC.	mj.borge@csic.es vicente.garcia@csic.es	Monte Carlo Simulations for Nuclear Reactions of astrophysical interest.	Along this academic year we plan to perform a series of studies of reactions of astrophysical interest, $7\text{Li}(3\text{He},p)9\text{Be}$ (scheduled for October 17-19) in the tandem accelerator of 5 MV of the CMAM-UAM (Madrid). What are you going to do? The master research work will consist of the study of the optimum energy to realise the experiments, performing simulations to obtain the best setup configuration, and analyzing the results of the simulations. A comparison of the simulations with the real data obtained is the final aim. What are you going to learn? During this Master project, you will learn to use some physical and kinematics calculators like LISE++. You will also perform simulations of the experimental setup using GEANT4, and you will learn advanced data analysis techniques mainly using C++ and python. All those programs and techniques are used nowadays to perform real Nuclear Physics experiments from the top- tier facilities like CERN to the smaller ones like CMAM.
Olof Tengblad Vicente García Távora Instituto de Estructura de la Materia, CSIC.	olof.tengblad@csic.es vicente.garcia@csic.es	Experimental study of Nuclear Reactions of astrophysical interest.	During this academic year, we plan to perform a series of studies of reactions of astrophysical interest, $10\text{B}(d,\alpha)8\text{Be}$ in the tandem accelerator of 5 MV of the CMAM-UAM (Madrid). What are you going to do? The research work of the master will consist of the preparation of the electronics and DAQ (data acquisition system), which represents one of the things that students are most afraid of when they have to face for first time a real experiment. The student will also participate in the experiment and analyze the data obtained. What are you going to learn? During this work, you will learn about the main detectors, electronics and DAQ used nowadays for frontier experiments also used at Facilities like ISOLDE at CERN and also in the smaller ones like CMAM. You as master student are going to learn also how to use some physical and kinematics calculators like LISE++ and advanced data analysis techniques mainly using C++ and python.
Christophe Rappold, Samuel Escrig López, Instituto de estructura de la materia, CSIC.	christophe.rappold@csic.es samuel.escrig@csic.es	Development of a machine learning discriminator for improving the $3\Lambda\text{H}$ signal in HypHI Phase 0 experiment	In the previous experiment of the HypHI collaboration, the Phase 0 experiment, the light hypernuclei $3\Lambda\text{H}$ and $4\Lambda\text{H}$ were observed in the collision of $6\text{Li}+^{12}\text{C}$ at 2AGeV. The goal of the proposed TFM is to use of machine learning techniques for improving the signal-to-background ratio of $3\Lambda\text{H}$ experimental signal. What are you going to do? The work for the TFM will consist to use the different machine learning framework for tabular dataset to improve the analysis of the experimental data of the HypHI Phase 0 experiment. The experimental data and Monte-Carlo simulations will be used for creating, teaching and evaluating the different ML algorithms. What are you going to learn? You will learn to use the ROOT and GEANT4 frameworks applied to an already performed experiment of high energy nuclear physics. You will learn advanced data analysis techniques mainly using C++ and python. You will learn about machine learning techniques and how to use them adequately. You learn about the hypernuclear physics and the structure of the observed light hypernuclei.
Christophe Rappold, Samuel Escrig López, Instituto de estructura de la materia, CSIC.	christophe.rappold@csic.es samuel.escrig@csic.es	Efficiency study of the particle identification in the HypHI Phase 0 and WASA-FRS experiments.	In the experiments of the HypHI collaboration, the phase 0 experiment and the WASA-FRS experiment, light hadron were measured. A new particle identification algorithm is in development based on statistical method. Efficiency study must be carry out and the experimental yield ratio of identified hadron will be estimated. What are you going to do? The research work will consist of studying the efficiency of the particle identification algorithm on the GEANT4 simulations of the Phase 0 and of the WASA-FRS experiments. Once the differential efficiency of algorithm as function of the physical observable is defined, the yield ratio of the different identified hadron in the minimum bias dataset of the Phase 0 experiment will be estimated. What are you going to learn? During this work, you will learn about advanced data analysis techniques of the particle identification mainly using ROOT framework and C++. Those techniques are the base of the analysis in high energy nuclear and particle physics. You will then learn how to applied knowledge from GEANT4 simulations on to the analysis of experimental data to extract physical observable such as yield ratio of measured particle species, and how to relate those observable to the understanding of nuclear collisions.
DANIEL VIÚDEZ MOREIRAS CENTRO DE ASTROBIOLOGÍA (CAB), CSIC-INTA	viudezmd@inta.es	ESTUDIO DE LA RADIACION IONIZANTE EN EL SUBSUELO DE MARTE	Los altos niveles de radiación ionizante en la superficie de Marte representan uno de los mayores retos a los que tendrán que enfrentarse futuras misiones tripuladas. La misión NASA Mars Science Laboratory (MSL), en la que está involucrada el Centro de Astrobiología (CAB), centro mixto INTA-CSIC, está llevando a cabo una caracterización del entorno de radiación en la superficie de Marte desde hace casi una década, lo que está aportando información muy útil de cara a futuras misiones tripuladas. El subsuelo podría ofrecer protección contra los altos niveles de radiación observados en la superficie. El objetivo del Trabajo Fin de Máster consiste en la caracterización del entorno de radiación ionizante en el subsuelo del planeta, así como de sus efectos en una futura misión tripulada. Para ello, se utilizará un modelo matemático desarrollado por la NASA para simular las dosis de radiación, bajo distintos escenarios de protección, provenientes de distintas fuentes de radiación.
DANIEL VIÚDEZ MOREIRAS CENTRO DE ASTROBIOLOGÍA (CAB), CSIC-INTA	viudezmd@inta.es	ESTUDIO DE LA RADIACION IONIZANTE EN LA SUPERFICIE DE MARTE	Los altos niveles de radiación ionizante en la superficie de Marte representan uno de los mayores retos a los que tendrán que enfrentarse futuras misiones tripuladas. La misión NASA Mars Science Laboratory (MSL), en la que está involucrada el Centro de Astrobiología (CAB), centro mixto INTA-CSIC, está llevando a cabo una caracterización del entorno de radiación en la superficie de Marte desde hace casi una década, lo que está aportando información muy útil de cara a futuras misiones tripuladas. La orografía presente en la superficie del planeta podría ofrecer cierta protección contra los altos niveles de radiación observados en la superficie. El objetivo del Trabajo Fin de Máster consiste en la caracterización 3D del entorno de radiación ionizante en diferentes regiones de la superficie del planeta, así como de sus efectos en una futura misión tripulada. Para ello, se utilizará un modelo matemático desarrollado por la NASA para simular las dosis de radiación, bajo distintos escenarios de protección, provenientes de distintas fuentes de radiación.





### Oferta de trabajos dirigidos en la UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MADRID

Luis Robledo	luis.robledo@uam.es	El hamiltoniano de pairing: un laboratorio para explorar aproximaciones al problema de muchos cuerpos (nuclear).	Se pretende aplicar algunas de las técnicas de aproximación comunes en el problema de muchos cuerpos nuclear tales como el campo medio (aproximación de BCS), proyección, dynamical mean field, geminals, etc a la solución del hamiltoniano de pairing para apreciar la bondad de dichas aproximaciones comparándolas con el resultado exacto de Richardson.	El estudiante deberá tener una buena base teórica que incluya el formalismo de segunda cuantización.
Luis Robledo	luis.robledo@uam.es	Estudio numérico de excitaciones isovectoriales en núcleos atómicos	Usando códigos de ordenador propios se procederá a la realización de cálculos numéricos usando el método del generador de coordenadas (GCM) para excitaciones isovectoriales en núcleos de interés.	El estudiante deberá tener interés por el cálculo numérico, conocimiento de Unix/linux, bash scripting, fortran, etc

### Oferta de trabajos dirigidos en el IFIC

Tomás Rodríguez Frutos Ana Isabel Morales López	tomasrro@ucm.es, aimolo@ific.uv.es	Estudio experimental y teórico de núcleos pesados ricos de neutrones	. Se caracterizará la desintegración isomérica de un núcleo pesado de Hg con $N > 126$ producido en reacciones de fragmentación a energías relativistas. Se utilizarán métodos más allá de campo medio para investigar el impacto de la vibración octupolar 3- en la estabilización de isómeros en los isótopos pares de Hg en esta región.
---	---------------------------------------	--	---