

**Oferta de trabajos de dirigidos en el Máster de Física Nuclear**

| Director        |  | Título   | Temática  | Requisitos  |
|-----------------|--|--|---|---|
| Luis Robledo    | <a href="mailto:luis.robledo@uam.es">luis.robledo@uam.es</a>       | 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    | <a href="mailto:luis.robledo@uam.es">luis.robledo@uam.es</a>       | 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 |
| Elvira Moya     | <a href="mailto:emoyaval@fis.ucm.es">emoyaval@fis.ucm.es</a>       | Materia oscura y desintegraciones beta nucleares.  | Estudio de procesos nucleares que pueden poner de manifiesto la existencia de materia oscura y/ o testar la masa de los neutrinos la masa.  |   |
| Tomás Rodríguez | <a href="mailto:tomas.rodriquez@uam.es">tomas.rodriquez@uam.es</a> | Hamiltonianos nucleares esquemáticos ajustados a funcionales de la densidad realistas.                           | Las aproximaciones de campo medio autoconsistentes basadas en interacciones nucleares tipo Skyrme/Gogny/Relativistas proporcionan información precisa de masas y radios en toda la carta de núcleos. No obstante, con estas aproximaciones no se pueden describir estados excitados, transiciones ni desintegraciones de manera adecuada. Esto se debe a que las funciones de onda de campo medio no tienen bien definidos los números cuánticos (momento angular, paridad, número de partículas, etc.), ni son lo suficientemente generales como para describir mezclas de configuraciones. Para estudiar este tipo de observables se deben usar métodos más allá de la aproximación del campo medio. Sin embargo, dichos métodos son computacionalmente muy costosos cuando se usan interacciones nucleares complejas como las anteriormente mencionadas.<br>En esta propuesta de trabajo de fin de máster, con el objetivo de reducir el tiempo de cálculo que requieren los métodos más allá de campo medio, se pretende ajustar una interacción más esquemática, que incluya los principales grados de libertad nucleares, usando como punto de partida la interacción de Gogny. | Conocimiento básico de linux/unix, programación básica, formalismo de segunda cuantización.                         |
| Eduardo Garrido | <a href="mailto:e.garrido@csic.es">e.garrido@csic.es</a>           | Núcleos ligeros y reacciones de interés astrofísico: Técnicas de tres cuerpos en Física Nuclear                  |   |   |

|  |  |   |  |  |
|--|--|---|--|--|
| José Manuel Udías<br>Luis Mario Fraile | jose@nuc2.fis.ucm.es<br>lmfraile@ucm.es              | Evaluación de materiales centelleadores y combinaciones para detección de rayos gamma y partículas cargadas | Trabajo experimental para caracterizar (energía y tiempo) nuevos materiales de centelleo (centelleadores inorgánicos, plásticos, fibras centelleantes) para su aplicación a la detección de gammas y partículas en física nuclear experimental y aplicada. |  |
| Luis Mario Fraile                      | <a href="mailto:lmfraile@ucm.es">lmfraile@ucm.es</a> | Estudio experimental de la evolución de orbitales nucleares lejos de la estabilidad                         | Análisis de datos de experimentos ISOLDE/CERN de núcleos próximos a N=20, N=40 y N=82  |  |
| José Manuel Udías<br>Luis Mario Fraile | jose@nuc2.fis.ucm.es<br>lmfraile@ucm.es              | Algoritmos de procesamiento digital de pulsos para medidas de tiempos con centelleadores                    | Desarrollo de algoritmos para tratamiento digital de pulsos rápidos de centelleadores inorgánicos y medidas en laboratorio.  | Disposición a pasar horas en nuestro laboratorio |
| Luis Mario Fraile                      | <a href="mailto:lmfraile@ucm.es">lmfraile@ucm.es</a> | Medida del fondo de neutrones y simulaciones para medidas de secciones eficaces de interés astrofísico      | Análisis de datos y simulaciones (MCNPX) de medidas de neutrones con tubos de $^3\text{He}$ , en el LSC de Canfranc y otras instalaciones.   |  |
| Luis Mario Fraile                      | <a href="mailto:lmfraile@ucm.es">lmfraile@ucm.es</a> | Puesta a punto de sistemas de detección de partículas cargadas y medidas experimentales en el CMAM          | Puesta a punto de la Si-ball, un sistema de detectores de silicio para partículas cargadas, y su aplicación a experimentos en el acelerador del CMAM.  |  |
| José Manuel Udías<br>Luis Mario Fraile | jose@nuc2.fis.ucm.es<br>lmfraile@ucm.es              | Evaluación de materiales centelleadores para detección de rayos gamma y partículas cargadas                 | Trabajo experimental para caracterizar (energía y tiempo) nuevos materiales de centelleo (centelleadores inorgánicos, plásticos, fibras centelleantes) para su aplicación a la detección de gammas y partículas.   | Disposición a pasar horas en nuestro laboratorio |
| José Manuel Udías                      | jose@nuc2.fis.ucm.es                                 | Técnicas de procesamiento de datos y 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.  |  |
| 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   |  |

|  |   |   |  |  |
|--|---|---|--|--|
| <p>Samuel España<br/>Palomares<br/>José Manuel Udías</p> | <p>sespana@cnic.es<br/>jose@nuc2.fis.ucm.es</p> | <p>Sistema de Muestreo Arterial para la Aplicación de Modelos Cinéticos en PET</p>            | <p>La tomografía por emisión de positrones (PET) es un 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 permiten 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 contaje de la actividad que contiene cada muestra.</p> <p>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 da la validación de su funcionamiento y su puesta en marcha en estudios con animales.</p> |  |
| <p>Concepción Oliver Amorós</p>                          | <p>concepcion.oliver@ciemat.es</p>              | <p>Impacto de las condiciones Iniciales del haz en Dinámica de partículas de un ciclotrón</p> | <p>En el CIEMAT se está desarrollando un ciclotrón clásico para la producción de radioisótopos. Se han realizado estudios detallados de dinámica de partículas con códigos especializados con el fin de maximizar la energía y corriente resultante en dicho ciclotrón. Sin embargo, las condiciones iniciales reales del haz extraído de la fuente interna de iones no son conocidas y determinarán el comportamiento final de las partículas. Nuevas simulaciones en la interfaz con la fuente son necesarias para evaluar dicho impacto. Estas simulaciones serán comparadas con los estudios de fuentes internas que se llevarán a cabo en el sistema experimental que se ha desarrollado en nuestras instalaciones. La medida del perfil del haz y medidas de emitancia ayudarán a validar y/o mejorar las simulaciones de dinámica realizadas.</p>   |  |

|  |  |   |  |
|--|--|---|--|
| <p>José Manuel Udías<br/>Joaquín López<br/>Herráiz</p> | <p><a href="mailto:jose@nuc2.fis.ucm.es">jose@nuc2.fis.ucm.es</a><br/><a href="mailto:joaquin@nuc1.fis.ucm.es">joaquin@nuc1.fis.ucm.es</a></p> | <p>Métodos de rayos en técnicas de reconstrucción tomográfica de imagen nuclear e imagen ultrasónica.</p> | <p>La tomografía computerizada permite obtener imagen 3D, bien estructural (anatómica) como funcional. Como imagen funcional, el PET es la modalidad más en boga. Como imagen estructural, la tomografía por US es no invasiva y emplea radiación no ionizante. Se encuentra actualmente en pleno desarrollo, sobre todo en imagen dedicada a mama.</p> <p>Un tomógrafo ultrasónico consiste en una serie de transductores (emisores/receptores) rodeando la mama, con el que se se miden las señales transmitidas y reflejadas por el objeto explorado, lo que permite obtener propiedades acústicas de los diferentes tejidos. En particular se determinan la velocidad del sonido en cada tejido y la atenuación que sufren las ondas ultrasónicas. Los mapas de velocidad llevan usándose ya unos años, pero los mapas de atenuación han comenzado recientemente a llamar la atención dentro de esta técnica ya que teóricamente permiten obtener imágenes con un nivel de contraste mucho mejor que la mamografía. Los métodos de reconstrucción de imagen a partir de estas señales se basan por un lado en la resolución de la ecuación de onda completa, que son precisos pero computacionalmente muy costosos, o en el lado extremo, en los algoritmos de rayos, que son aproximados, con mucha peor calidad de imagen, pero muy rápidos. En este trabajo se explorarán algoritmos intermedios que combinen características de los algoritmos de trazados de rayos (curvos o rectos) y de la solución completa de la ecuación de onda. Entre estos métodos, se considerará el algoritmo de centros dispersores, en el que se distribuyen puntos de dispersión (scatter) en el medio y se trazan rayos como múltiples segmentos entre puntos dispersores y emisores/detectores, con el fin de determinar las señales transmitidas y reflejadas. Los algoritmos de trazado de rayos o tubos de respuesta entre puntos dispersores ya han sido utilizados con éxito para estimar el fondo debido a la dispersión Compton en las imágenes adquiridas por escáneres PET, implementación para este caso PET que será también estudiada en este trabajo.</p> |
| <p>Daniel Sánchez<br/>Parcerisa</p>                    | <p><a href="mailto:dsparcerisa@ucm.es">dsparcerisa@ucm.es</a></p>  | <p>Optimización de algoritmos de cálculo de dosis para protonterapia</p>                                  | <p>La protonterapia es un tipo especial de radioterapia externa que utiliza haces de protones para irradiar a los pacientes, aprovechando su más favorable distribución de dosis longitudinal (pico de Bragg) en comparación con los haces de fotones y electrones. Aunque no existe ningún centro de protonterapia en funcionamiento actualmente en España, se trata de una técnica en rápido crecimiento, con más de 150,000 pacientes tratados en todo el mundo.</p> <p>El trabajo propuesto se realizará en el ámbito del modelado analítico de dosis para protonterapia, contribuyendo al desarrollo del planificador de tratamientos FoCa, con fines educativos y de investigación. En concreto, el proyecto consiste en la optimización y testeo de algoritmos de interpolación de dosis en tres dimensiones para puntos dispersos; seleccionando los parámetros óptimos en el algoritmo de vecinos más próximos (KNN) y comparándolo con algoritmos basados en triangulación. En una segunda fase, el proyecto incluirá también la implementación y mejora de algoritmos de cálculo de la dispersión lateral de haces clínicos, y de estimación de la energía lineal depositada en el paciente. Para abordar este proyecto es recomendable tener conocimientos de programación y estar familiarizado con MATLAB.</p>   |

|                          |                    |  |   |  |
|--------------------------|--------------------|--|---|--|
| Daniel Sánchez Parcerisa | dsparcerisa@ucm.es | Estudio de viabilidad de reconstrucción de dosis en radioterapia mediante ultrasonidos   | <p>La protonterapia es un tipo especial de radioterapia externa que utiliza haces de protones para irradiar a los pacientes, aprovechando su más favorable distribución de dosis longitudinal (pico de Bragg) en comparación con los haces de fotones y electrones. Aunque no existe ningún centro de protonterapia en funcionamiento actualmente en España, se trata de una técnica en rápido crecimiento, con más de 150,000 pacientes tratados en todo el mundo.</p> <p>Uno de los mayores retos es la localización precisa del punto de mayor deposición de de dosis in vivo tras una irradiación, ya que la planificación de tratamientos está sujeta a incertidumbres de diverso origen. Para solventarlo, se está investigando la posibilidad de registrar la onda de choque acústica causada por la deposición de dosis y aplicar algoritmos de reconstrucción de ultrasonidos para localizarla.</p> <p>El proyecto consiste, en una primera fase, en la integración del algoritmo de planificación y cálculo de dosis de FoCa con el simulador de ondas acústicas k-Wave. Tras la obtención de resultados preliminares, estos pueden mejorarse aplicando técnicas iterativas de reconstrucción de imagen 3D.</p> <p>Para abordar este proyecto es recomendable tener conocimientos de programación y estar familiarizado con MATLAB.</p>   |  |
| Daniel Sánchez Parcerisa | dsparcerisa@ucm.es | Desarrollo de herramientas computacionales para evaluación de incertidumbres y adaptación de tratamientos en radioterapia estereotáctica en cáncer de pulmón | <p>(Trabajo en colaboración con la Universidad de Navarra)</p> <p>El movimiento respiratorio que sufren los tumores en el pulmón limita la dosis que puede prescribir el oncólogo, aumenta la incertidumbre en la dosis absorbida, compromete la probabilidad de control local de la enfermedad, y aumenta el riesgo de toxicidad. Este proyecto aborda este problema con el objetivo de desarrollar y validar una estrategia de adaptación de tratamientos en pulmón que asegure una correcta cobertura tumoral, una menor incertidumbre dosimétrica, y permita plantear posteriormente la escalada de dosis. En primer lugar desarrollaremos herramientas para evaluar las incertidumbres globales en la dosis absorbida en tumores de pulmón tratados con radioterapia estereotáctica guiada por imagen. En segundo lugar, aplicaremos las herramientas en una cohorte de pacientes, para establecer una estrategia clínicamente práctica de radioterapia adaptativa, que validaremos evaluando el acuerdo entre las dosis planificada y reconstruida. En esta investigación se introducen las siguientes novedades metodológicas para alcanzar los objetivos:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) El uso y validación del registro deformable de imágenes entre conjuntos de TAC (planificación) y CBCT 4D adquirido justo antes del tratamiento, y de registro CBCT – CBCT.</li> <li>2) La voxelización del tumor y el empleo del campo de vectores de desplazamiento para acumular y reconstruir la dosis global.</li> <li>3) El uso del método de Monte Carlo para calcular la dosis en cada fracción de tratamiento sobre imágenes de CBCT 4D.</li> <li>4) El estudio del efecto 'interplay' en tratamientos con hipofraccionamiento y VMAT en pulmón, y, sobre todo</li> <li>5) La aplicación clínica de la radioterapia adaptativa en el pulmón, área en la que actualmente hay muy poca bibliografía.</li> </ol> |  |