

*JORNADAS DE DOCTORANDOS. 13, 14 y 15 de diciembre de 2023*  
*Programas de Doctorado en Física y en Astrofísica*

	Miércoles 13 (Aula M2)	Jueves 14 (Aula M2)	Viernes 15 (Sala de Grados)
9:30-9:45	<b>Charla informativa sobre procedimientos y plazos</b> Vicedecano de Investigación y Doctorado	Lucía Lozano López de Medrano	Pedro Luis Alcázar Ruano
9:50-10:05		Sergio Pérez Montero	Jorge Estrada Álvarez
10:10-10:25		Marina Puente Borque	Adrián Fernández Calzado
10:30-10:45	Gabriel Caballero Catalán	Solange Susi Silicaro	Francisco Fernández Cañizares
10:50-11:05	Noelia Rodríguez Díez	Itsaso Fernández Irisarri	María Garrido Segovia
11:10-11:30	<b>Receso</b>		
11:30-11:45	Asier Aramburu Abreu	Marco Alfoso Lombana Rodríguez	Emanuel Alberto Martínez
11:50-12:05	Dinesh Adithiya	Gabriela Moreno	Duncan Martínez Camacho
12:10-12:25	Alejandro Pérez Aguilera	Víctor Moya Zamanillo	Pablo Moles Matías
12:30-12:45	Gabriel Escrig Mas		Juan Francisco Ramos Justicia
12:50-13:05	Eduardo Esteban Ibáñez		Jorge Vergara Ortega

---

## RESÚMENES DEL PROGRAMA DE DOCTORADO EN FÍSICA

---

### Control de propiedades optoelectrónicas en dispositivos bidimensionales

Alcázar Ruano, Pedro Luis  
Departamento de Física de Materiales

La optoelectrónica es la base de innumerables tecnologías presentes en nuestra vida cotidiana, tales como las telecomunicaciones, captura y emisión de vídeo o recolección de energía solar. El veloz desarrollo reciente de este campo tecnológico ha dado lugar a una creciente necesidad de dispositivos cada vez más pequeños, rápidos y eficientes. Así mismo, el surgimiento de nuevos campos de aplicación ha llevado a la demanda de nuevas funcionalidades (flexibilidad, transparencia, biocompatibilidad, etc).

A lo largo de mi trabajo, se explicará cómo modificar y manipular las características optoelectrónicas de dispositivos bidimensionales, sobre todo las de aquéllos basados en dicalcogenuros de metales de transición (TMDs). Esto es debido a que sus propiedades ópticas en el rango de la luz visible son atractivas para aplicaciones optoelectrónicas, además de que, reducido el grosor de los TMDs a la escala de la monocapa atómica, cambian sus propiedades de forma drástica (transición a gap directo, fotoluminiscencia mil veces más intensa, etc).

---

---

### 3-terminal memtransistor devices based on 2D materials

Gabriel Caballero Catalan  
Universidad Complutense de Madrid and IMDEA Nanociencia

Novel memory devices are essential for developing low power, fast, and accurate in-memory computing and neuromorphic engineering concepts that can compete with the conventional complementary metal-oxide-semiconductor (CMOS) digital processor. For this reason, memristors have acquired a great interest in the scientific community in recent years. A memristor is, usually, a 2-terminal passive circuit element that can be used in non-volatile and volatile resistive random-access memories. Historically these devices were based on metal-oxide-metal (MIM) structures where a resistive switching in the oxide layer was mediated by conductive filaments.

Since the discovery of graphene in 2003, 2D materials have been rising due to their scalability, reproducibility and improved opto-electrical properties. Here we use a multiterminal hybrid memristor and transistor (that is, a memtransistor) based on 2D materials, especially MoS<sub>2</sub>.

We study the electrical properties of 3-terminal memtransistor devices based on mechanically exfoliated MoS<sub>2</sub> flakes, to understand the origin of the memristive behaviour in these systems. For this purpose we measured the I-V curves of these devices, which present two resistive states, as function of temperature, gate voltage (third terminal), device geometries and by changing material properties with a nanopatterning process.

---

---

### Un Algoritmo de Metrópolis Cuántico para la Estimación de Parámetros de Ondas Gravitacionales

Escrig Mas, Gabriel  
Departamento de Física Teórica – Grupo de Información y Computación Cuántica

Tras la primera detección de una onda gravitacional en 2015, el número de éxitos logrados por esta innovadora forma de mirar a través del Universo no ha dejado de crecer. Sin embargo, las técnicas actuales para analizar este tipo de eventos presentan un serio cuello de botella debido a la elevada potencia computacional que requieren.

En esta charla, exploramos cómo técnicas recientes basadas en algoritmos cuánticos podrían superar este obstáculo. Para ello, proponemos una cuantización de los algoritmos clásicos utilizados en la literatura para la inferencia de parámetros de ondas gravitacionales basada en la conocida técnica de *Quantum Walks* aplicada a un algoritmo Metropolis-Hastings. Por último, desarrollamos un entorno cuántico sobre hardware clásico, implementando una métrica para comparar algoritmos cuánticos frente a clásicos de forma equitativa. Probamos además todos estos desarrollos en la inferencia real de varios conjuntos de parámetros de todos los eventos del primer periodo de

detección GWTC-1 y encontramos una ventaja polinómica en los algoritmos cuánticos, estableciendo así un primer punto de partida para futuros algoritmos.

---

---

### **Simulation of daily soft multifocal contact lenses using SimVis Gekko: from in-vitro and computational characterization to clinical validation**

Esteban-Ibañez, Eduardo  
Instituto de Óptica “Daza de Valdés” (IO-CSIC) / 2EyesVision SL

Multifocal contact lenses (MCLs) are one of the solutions to correct presbyopia, but their adoption is not widespread due to factors such as discomfort, lack of awareness, a lengthy fitting process and/or unexpected visual performance. To address this situation, visual simulators can be used to aid in refining the adaptation process. This study aims to obtain accurate simulations for a novel visual simulator (SimVis Gekko; 2EyesVision, Spain) of various daily commercial soft MCL designs from four different manufacturers. In-vitro characterization of these MCLs -for several distance powers and additions- was obtained using a NIMO TR-1504 instrument (Lambda-X, Belgium). From the averaged relative power profiles across distance powers, phase maps were reconstructed and Through-Focus Visual Strehl (TFVS) metric was calculated for each MCL design considering different optical diameters. The SimVis Gekko simulation corresponding to each MCL design and pupil diameter was obtained computationally and validated on bench. Finally, the MCL simulations were clinically validated in a pilot study involving presbyopic patients with different refractive errors and additions. The results of the clinical validation show a good agreement between the SimVis Gekko simulations and the real MCLs (for all the designs) when measuring through-focus visual acuity (TFVA) curves and VA at three real distances. All MCL designs showed a partial correlation ( $r_{xy,z}$ ) higher than 0.90 and a Root Mean Square Error (RMSE) below 0.07 logMAR between the TFVA of SimVis Gekko simulations and Real MCLs across subjects. The validity of the simulation approach using SimVis Gekko and using experimental measurements obtained with Nimo TR-1504 was therefore confirmed by the clinical results obtained in this study, what opens the possibility of using this visual simulator to assist and speed up the fitting process of MCLs.

---

---

### **Hidrodinámica de electrones y el efecto de la geometría sobre las propiedades eléctricas**

Estrada Álvarez, Jorge  
Departamento de Física de Materiales

El comportamiento de los electrones en un material bidimensional presenta similitudes con el flujo de un fluido. Las similitudes están tanto en una descripción con unas ecuaciones que asemejan a las de Navier-Stokes como por la aparición de efectos puramente hidrodinámicos, como perfiles de flujo Poiseuille, conducción superballística o resistencias negativas. Todos ellos son efectos fuertemente dependientes de la geometría. Aquí, introducimos un método numérico de elementos finitos con el que determinar las propiedades eléctricas en geometrías arbitrarias. Calculamos la resistencia en canales de grafeno y encontramos una fuerte dependencia con la disipación en los bordes, y comprobamos dos efectos contraintuitivos: el efecto superballístico en el que la resistencia eléctrica disminuye al aumentar la temperatura y el hecho de que la resistencia de un canal más ancho que otro, pero con un borde almenado, es mayor. En sistemas con menor simetría parecen remolinos y resistencias negativas. También estudiamos el efecto del campo magnético como origen del efecto Hall y de una disminución en la resistencia. Concluimos que la geometría tiene un gran efecto, debido a unas colisiones electrón-electrón generalmente dominantes, pero que sólo se manifiestan en flujos de corriente no uniformes, y, por tanto, las simulaciones resultan una herramienta esencial para entender el flujo electrónico viscoso.

---

---

### **Visualización de vacantes de oxígeno en óxidos complejos mediante microscopía electrónica avanzada**

Fernández Cañizares, Francisco  
Departamento de Física de Materiales

Los óxidos complejos son sistemas altamente correlacionados con complejos diagramas de fase que pueden ser utilizados para el desarrollo de nuevas generaciones de dispositivos y materiales funcionales. En estos sistemas, los defectos puntuales, como son las vacantes de oxígeno, se convierten en un aspecto de gran relevancia. Esto se debe al papel que juegan como grado de libertad para el control de las propiedades avanzadas de estos materiales y los dispositivos que los implementan. Resulta de especial interés su distribución microscópica, puesto que pequeñas variaciones en su concentración pueden alterar completamente la repuesta macroscópica. Por tanto, las técnicas

experimentales capaces de caracterizar defectos puntuales con resolución atómica, como la microscopía electrónica de transmisión con barrido (STEM) con corrección de aberración, constituyen una herramienta esencial para la comprensión y el control de los fenómenos emergentes en estos sistemas. Sin embargo, hasta ahora, la detección de vacantes de oxígeno individuales ha supuesto un desafío, ralentizando los avances en el campo.

En este trabajo proponemos un método novedoso para la detección de defectos puntuales, como vacantes de oxígeno, haciendo uso de las posibilidades ofrecidas por la técnica de STEM 4-dimensional (4D-STEM). Mediante simulación y experimento, hemos estudiado la contribución de las vacantes de oxígeno a la distribución de la intensidad dispersada, identificando la “huella dactilar” de estos defectos. Proponemos un método de diseño de detectores virtuales que exploten dicha contribución para generar imágenes con contraste a vacantes individuales de oxígeno. De esta forma, se introduce un cambio de visión en el que se evoluciona de interpretar imágenes para extraer información a crear imágenes que contengan la información deseada. A pesar de ser un método válido para cualquier material, ilustramos su aplicación en el caso de vacantes de oxígeno en SrTiO<sub>3</sub>, el prototipo de estructura de perovskita. Los resultados muestran un incremento significativo de la detectabilidad, permitiendo detectar vacantes individuales de oxígeno con resolución atómica.

---

---

### Polinomios ortogonales múltiples discretos

Fernández Irisarri, Itsaso  
Departamento de Física teórica

La teoría de polinomios ortogonales discretos tiene aplicaciones dentro de las matemáticas y la física en la resolución de ecuaciones en derivadas parciales, mecánica cuántica, teoría de representaciones de grupos o teoría de codificación. En el caso de polinomios ortogonales discretos donde el peso satisface la ecuación de Pearson los momentos están relacionados con funciones hipergeométricas generalizadas, dichos polinomios satisfacen relaciones de recurrencia a 3 términos. Mediante la factorización LU de la matriz de momentos se define la matriz de Laguerre-Freud que se emplea para encontrar las ecuaciones de Laguerre-Freud que satisfacen los coeficientes de la recurrencia, relacionadas con las ecuaciones de Painlevé. Los coeficientes de la recurrencia satisfacen un sistema de tipo Toda. Se presentan los resultados obtenidos al extender lo anterior al caso de los polinomios ortogonales múltiples discretos respecto a 2 pesos.

---

---

### Avances en Ferrita de Estroncio: Material de Imán Permanente para un Futuro Sostenible

Fernández Calzado, Adrián  
IMDEA Nanociencia (Grupo de Imanes Permanentes y Aplicaciones)

Los imanes de ferrita podrían integrarse en aplicaciones en el sector de la electromovilidad gracias a la mejora de sus propiedades magnéticas y la capacidad de rediseñar componentes específicos a lo largo de la cadena de producción. Esta perspectiva ayudaría a reducir la dependencia europea de materias primas críticas en el sector de los imanes permanentes, ofreciendo una solución más estable desde el punto de vista socioeconómico y sostenible.

Este estudio demuestra la viabilidad de desarrollar polvo de ferrita de estroncio con alta coercitividad, exhibiendo un rendimiento excepcional a bajas temperaturas y prescindiendo de materias primas críticas como La y Co. Este logro se alcanzó a partir de una ferrita comercial, sometiéndola a nanoestructuración mediante la innovadora técnica de *flash-milling* desarrollada en el grupo.

La creación de un nanocompuesto de ferrita de estroncio y hematita (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) ha resultado en un aumento de la coercitividad a temperatura ambiente. La inclusión de polvo de hematita antes del proceso de molienda ha permitido reducir el tiempo de procesamiento necesario, dando como resultado un nanocompuesto cuya respuesta magnética es muy estable en un amplio rango de temperatura. Estos desarrollos abren las puertas al uso de este material en el sector de la electromovilidad de una forma eficiente y sostenible.

---

---

## **Fabricación y caracterización de nanoestructuras columnares de oro y hierro**

Garrido Segovia, María  
Departamento de Física de Materiales

El sputtering o pulverización catódica es una técnica ampliamente utilizada en la industria, sobre todo en la producción de películas delgadas. Es una técnica muy versátil que permite también la creación de estructuras nanocolumnares de distintos materiales. Estas nanocolumnas se obtienen inclinando el sustrato durante la deposición de los átomos, confiriéndoles potenciales aplicaciones en campos muy diversos. Por ejemplo, las nanocolumnas de titanio han demostrado ser una opción prometedora al utilizarse como recubrimiento antibacteriano en implantes biomédicos, y las de óxido de titanio como capa nanoestructurada para células solares de perovskita. Las nanocolumnas de plata, por otro lado, han sido utilizadas como recubrimientos antimultipactor para la industria espacial.

En este trabajo, diferentes morfologías de nanoestructuras de Au y Fe se han fabricado sobre sustratos de silicio: películas delgadas, películas de nanocolumnas verticales y películas con nanocolumnas inclinadas. Las muestras se han caracterizado morfológicamente mediante microscopía de fuerzas atómicas (AFM) y microscopía electrónica de barrido (SEM), mientras que su estructura cristalina se ha caracterizado mediante difracción de rayos X (XRD). En el caso del Fe, además, se han sometido a un tratamiento térmico y se han estudiado sus propiedades magnéticas mediante magnetometría de muestra vibrante (VSM). Las propiedades que exhiben estas muestras las hacen susceptibles de ser utilizadas en futuras aplicaciones biomédicas, como es el caso de la hipertermia magnética.

---

---

## **Desarrollo del Patrón Nacional Primario de medida de radón**

Lombana Rodríguez, Marco Alfonso  
Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT)

La exposición de los trabajadores y el público general al radón supone la segunda causa de cáncer de pulmón a nivel mundial. Por ello, numerosos países han modificado su regulación de protección sanitaria frente a las radiaciones ionizantes para establecer un control más estricto, lo cual requiere de un aumento de la capacidad nacional de medida de radón en cantidad y calidad.

Este trabajo propone para ello la construcción de una cámara de medida de actividad de radón condensado por la técnica de ángulo sólido definido, con la capacidad de generar patrones primarios que puedan utilizarse para la calibración de equipos de medida de concentración de radón en aire, asegurando la trazabilidad de la cadena metrológica según los estándares internacionales.

---

---

## **Relocation of earthquakes of the Ibero-Maghrebian region using non-linear methods and 3D velocity models**

Lozano López de Medrano, Lucía  
Red Sísmica Nacional (Instituto Geográfico Nacional, MITMA); Departamento de Física de la Tierra y Astrofísica (UCM)

Accurate and precise location of the seismicity of an area is one of the fundamental issues faced by seismic networks in charge of seismic monitoring and warning, with a significant implication in seismic hazard and tsunami assessments. However, the problem of the absolute location of an earthquake is conditioned by several factors that determine the level of uncertainty of the solutions: the station coverage, the correct identification and picking of seismic phases and the earth model used for the travel-time calculation of seismic waves. Routine location procedures carried out by seismological centers generally use classical linearized algorithms, due to their robustness and lower computational cost. These methods, however, give a poor representation of the complete hypocentral solution and may be unstable in the case of poorly constrained earthquakes. Besides, one-dimensional (1D) plane-parallel layered, homogeneous-velocity models are used as a very simplified representation of the Earth crust, which may be clearly insufficient in tectonically complex regions. To cope with these constraints, advanced location algorithms have been developed in the last decades, such as nonlinearized direct-search methods based on regular or stochastic searches over the entire space of possible locations which allow the use of more realistic 3D models.

This thesis is focused on the Ibero-Maghrebian region, a complex tectonic area with a diversity of crustal domains dominated by the oblique NW-SE convergence between Eurasia and Nubia plates at  $\sim 4\text{-}6$  mm/yr, including southern

Iberia, northern Morocco, and offshore margins. Historically, this region has been hit by several destructive and moderate-magnitude earthquakes and is one of the most seismically active areas in the westernmost Mediterranean Sea, with an important seismic and tsunami hazard. The main goal of this work is to improve the hypocentral location precision and accuracy of the main seismic sequences and moderate seismicity in this region, following a shared and uniform methodology. To this end, a high-precision relocation is performed, applying a non-linear probabilistic algorithm combined with recent regional 3D velocity models developed for the area, and followed, in some cases, also by a relative relocation using a double-differences method. The first cases of study are centered in the southern Alboran region, which has experienced a reactivation of the seismicity in the last two decades. A good-quality subset of moderate-magnitude earthquakes of the three main seismic sequences occurred in this area in this century (2021-23, 2016 and 2004) has been relocated using all the available seismic data. A consistent and homogeneous catalogue has been obtained and the results display a general improvement in the accuracy of earthquake locations, giving better constrained hypocenters over the standard earthquake catalogue, mainly in the 2004 Al Hoceima and 2016 Alboran series. In all cases, the new solutions show shallow seismicity mostly located at depths < 10 km and provide an excellent spatial correlation within the southern sector of the Trans-Alboran Shear Zone, a NE-SW trending shear deformation belt that crosscuts the Alboran Sea and its two margins, connecting the Rif (North Africa) to the Eastern Betic Shear Zone (SE Iberian Peninsula).

---

---

### **Gases de electrones bidimensionales en óxidos complejos**

Martínez, Emanuel Alberto  
GFMC, Departamento de Física de Materiales, Universidad Complutense de Madrid

En 2004, se encontró un gas de electrones bidimensionales (2DEG) de alta movilidad en la interfase  $\text{LaAlO}_3/\text{SrTiO}_3$ . Desde entonces, un intenso esfuerzo se ha realizado para comprender el origen de los 2DEGs basados en óxidos complejos y los intrigantes fenómenos que presentan debido a las fuertes correlaciones electrónicas. Recientemente, una atención especial ha sido enfocada en los 2DEGs basados en  $\text{KTaO}_3$ . En primer lugar, esto se debe al mayor acoplamiento espín-órbita con respecto al  $\text{SrTiO}_3$ , potenciando su posible aplicación en dispositivos espintrónicos. En segundo lugar, se ha observado superconductividad para los 2DEGs en  $\text{KTaO}_3(111)$  y  $(110)$ , con temperaturas críticas de hasta 5 veces mayores a sus análogos en  $\text{SrTiO}_3$ , incluso cuando la superconductividad nunca se ha observado en el bulk de este tantalato.

En esta charla se discutirá el origen de estos sistemas y su vía de síntesis, con un especial énfasis en los 2DEGs basados en  $\text{KTaO}_3$ . Se discutirá también la estructura de sub-bandas que emerge como consecuencia del confinamiento cuántico en las superficies de óxidos complejos o interfases entre estos y una película metálica. Posteriormente, se mencionará la estrategia adoptada para crear un 2DEG en la interfase entre  $\text{KTaO}_3$  y aluminio, con el fin de realizar experimentos *ex situ*. Adicionalmente, se mostrarán medidas de transporte eléctrico que confirman la presencia del 2DEG en la interfase  $\text{Al}/\text{KTaO}_3$ . La charla concluirá mencionando algunas ventajas de dicho enfoque para la fabricación de dispositivos que permiten ahondar en la comprensión de estos peculiares sistemas.

---

---

### **Manipulación y robustez de superconductores topológicos**

Martínez Camacho, Duncan  
Departamento de Física de Materiales UCM

Los superconductores topológicos son unos materiales muy versátiles con varias aplicaciones entre las que destaca su posible uso para computación cuántica. Debido a ello es de vital interés conocer formas de manipular este tipo de materiales para operar y/o crear qubits, junto con sus rangos útiles de trabajo (robustez).

---

---

### **Transporte electrónico en grafeno bicapa rotado con defectos**

Moles Matías, Pablo  
Departamento de Física de Materiales, Universidad Complutense

El estudio de las propiedades de transporte electrónico en materiales es muy importante para el diseño de futuros dispositivos. El grafeno es considerado uno de los materiales más prometedores para aplicaciones nanoelectrónicas. La búsqueda de estructuras de tamaño nanométrico para el diseño de nanodispositivos se centra en nanocintas y copos de grafeno, cuyos efectos de tamaño finito permiten modificar la estructura de bandas. El apilamiento de dos capas de grafeno también permite ajustar las propiedades electrónicas. Recientemente se ha encontrado que este ajuste es también posible mediante la rotación de las dos capas, dando lugar al grafeno bicapa rotado (TBG).

Nosotros investigamos de forma teórica las propiedades de transporte en un copo de TBG de dimensiones 5x5 nm. Además, estudiamos el efecto causado por el desorden cuando se le añaden defectos al sistema, y observamos sus consecuencias en la conducción

---

---

### **Desarrollo de cavidades RF compactas en un inyector lineal de iones C6+ para instalaciones de hadronterapia**

Moreno, Gabriela  
CIEMAT, Grupo de Aceleradores

La disponibilidad de instalaciones médicas para la hadronterapia, destinada al tratamiento del cáncer, ha experimentado un gran aumento en la última década. Este crecimiento se atribuye principalmente a las notables ventajas que ofrece en los casos clínicos de tumores radioresistentes. En consecuencia, el desarrollo tecnológico de aceleradores lineales (linacs) para haces de iones ligeros, como helio o carbono, se ha convertido en un área de investigación crucial.

Esta presentación se enfoca en el avance de cavidades RF compactas diseñadas para un futuro inyector lineal de haces de iones con energías de hasta 10 MeV/u. Estas cavidades desempeñan un papel fundamental al acelerar y focalizar eficientemente el haz de iones. Destacan entre ellas las cavidades IH y RFQ, cuyos diseños, procesos de fabricación y pruebas de validación enfrentan desafíos tecnológicos significativos. Este progreso forma parte integral del proyecto IKERTU-II, en el cual el centro de investigación CIEMAT desempeña un papel colaborador destacado.

---

---

### **Modelado de la respuesta no lineal de fotomultiplicadores de silicio**

Moya Zamanillo, Víctor  
Departamento de Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica e IPARCOS

Los fotomultiplicadores de silicio (SiPMs) son un tipo de fotodetector de estado sólido con excelentes características incluyendo: respuesta muy rápida, muy buenas capacidades de conteo de fotones y alta eficiencia cuántica entre otros. Tradicionalmente, las aplicaciones de conteo de fotones han sido dominadas por los tubos fotomultiplicadores, pero los SiPMs son una tecnología lo bastante madura como para sustituirlos en muchas aplicaciones, debido a que los SiPMs son más pequeños, baratos e insensibles a campos magnéticos. A pesar de sus numerosas ventajas los SiPMs también presentan problemas debido a la presencia de diversos tipos de ruido y a que su respuesta puede no ser lineal si el número de fotones que llegan al SiPM es elevado.

Existen diversos modelos para la respuesta no lineal de los SiPMs, pero no son del todo satisfactorios debido a las aproximaciones que estos realizan, lo que limita en gran medida la aplicabilidad de los SiPMs. En esta ponencia, tras una introducción a las principales características y el funcionamiento de los SiPMs, se profundizará en el modelado de la respuesta no lineal de los SiPMs a pulsos de luz y se presentará un simple modelo de ajuste que reproduce la respuesta de los SiPMs en una amplia variedad de situaciones.

---

---

### **Modeling Pleistocene ice and climate with a low complexity model**

Pérez Montero, Sergio  
Departamento de Física de la Tierra y Astrofísica, Universidad Complutense de Madrid

The climate of the last million years is characterized by quasi-periodic oscillations between cold and warm periods, known as glacial-interglacial cycles. The definitive answer to this variability is unknown, but several theories are being considered. To evaluate this question we have developed a conceptual model that represents the interaction between ice sheets and climate during these epochs. In this presentation we will briefly look at the model and attempt to address this question.

---

---

## **Pulsos del campo geomagnético en los últimos 5000 años**

Puente Borque, Marina  
Departamento de Física de la Tierra y Astrofísica  
Instituto de Geociencias CSIC-UCM

El origen del campo magnético terrestre se encuentra en las profundidades del planeta, en los movimientos convectivos del fluido metálico que conforma el núcleo externo. Aunque se trata de un fenómeno global, el campo geomagnético está lejos de ser uniforme en el espacio y en el tiempo. En las últimas décadas datos satelitales y de observatorio nos permiten estudiarlo con gran detalle, proporcionando información vital sobre su origen y comportamiento. Pero no todas sus variaciones espacio-temporales se reflejan en series de datos que abarcan como máximo los últimos 4 siglos si se incluyen los registros históricos de cartas de navegación. Para entender la evolución en escalas de miles a millones de años necesitamos recuperar la información del campo geomagnético en el pasado que está registrada en materiales arqueológicos o en registros sedimentarios y volcánicos.

El propósito de esta tesis es estudiar la evolución del campo geomagnético en los últimos 5000 años a partir de modelos construidos en base a datos arqueomagnéticos y volcánicos y colaborar en la elaboración de uno nuevo, el SHAWQ5k que abarque este periodo. Específicamente, se busca entender la relación entre las variaciones en la energía del campo geomagnético y las oscilaciones a escala milenaria de la velocidad de rotación de la Tierra. También se pretende caracterizar y detectar pulsos en el campo geomagnético conocidos como arqueojerks en periodos de aumento y disminución de su intensidad, analizando su posible vinculación con los cambios en la rotación terrestre

---

---

## **Estudio y caracterización optoelectrónica de materiales híbridos basados en semiconductores**

Ramos Justicia, Juan Francisco  
Departamento de Física de Materiales, Facultad de Ciencias Físicas, Universidad Complutense de Madrid, 28040,  
Madrid, España

El desarrollo de materiales híbridos (“composites”) es un campo bien definido en Ciencia de Materiales. En general, se busca la sinergia de propiedades de dos o más materiales, que mejoran su aplicabilidad conjunta. En el desarrollo de esta tesis doctoral se investiga la generación y caracterización de composites metal-óxido mediante calentamiento resistivo: una técnica simple, barata y rápida que permite obtener estructuras del óxido del metal correspondiente sobre el mismo. Se estudia también la influencia crítica de las condiciones de crecimiento (tiempo, intensidad de corriente, campo eléctrico aplicado) en las nanoestructuras generadas. También se ha realizado una caracterización exhaustiva (microscopía electrónica de barrido, fotoluminiscencia, microanálisis de rayos X, difracción de rayos X, espectroscopía Raman) de las muestras y se ha propuesto un modelo sencillo de crecimiento que permita explicar la morfología de las nanoestructuras según las condiciones de crecimiento.

---

---

## **Desarrollo de implantes neuronales nanoestructurados basados en nanotecnología**

Rodríguez Díez, Noelia  
IMDEA Nanociencia

El número de casos de enfermedades degenerativas, como el Párkinson o el Alzheimer, aumenta cada año. Debido a esto, los implantes neuronales pueden ser una buena opción para el tratamiento de dichas enfermedades. Pero tienen varias limitaciones como su tamaño, que dificulta un contacto íntimo con el tejido neural, y la reacción que provocan de cuerpo extraño con el tejido. Teniendo como consecuencia el encapsulamiento y la degradación del implante, un aumento en la impedancia y una pérdida de eficacia.

Nuestro objetivo es conseguir electrodos nanoestructurados flexibles, que tengan menor impedancia, permitiéndonos conseguir menor tamaño y reduciendo así la reacción del cuerpo extraño. Para ello, nanoestructuraremos la superficie del electrodo por medio de nanohilos (NWs) de Oro o Platino, usando la técnica de electrodeposición asistida por membrana. Y recubriremos estos hilos de un polímero de alta conductividad, PEDOT:PSS. También se caracterizarán mediante el uso del microscopio electrónico de barrido (SEM), las técnicas electroquímicas como impedancia, ciclovoltametría, inyección de carga y mediante estudios de biocompatibilidad in vitro.

---

---

## Proyecciones de ocurrencia, duración e intensidad de olas de calor y frío extremas en Sudamérica en un contexto del cambio climático

Suli Silicaro, Solange

Departamento de Física de la Tierra y Astrofísica

Este estudio describe las características climatológicas de las olas de calor (HWs) regionales en el sur de Sudamérica (SSA) durante las estaciones cálidas (octubre-marzo) de 1979-2018. Para ello, se utilizaron datos de temperatura máxima diaria de 131 estaciones meteorológicas. Además, se empleó una técnica de clustering jerárquico para agrupar estaciones con alta co-ocurrencia de días de HWs para identificar eventos regionales sobre cinco regiones climatológicamente homogéneas: región del norte, centro-este y sur de SSA, centro de Argentina y centro de Chile. En primer lugar, encontramos una frecuencia media de  $\sim 4$  HWs por año al considerar todas las regiones en conjunto. El norte de SSA, el centro-este de SSA y el centro de Argentina se caracterizaron por HWs más persistentes, aunque menos intensas, que las HWs de la región del sur y los eventos del centro de Chile mostraron la menor duración, intensidad y extensión. La evaluación de los cambios a largo plazo reveló aumentos significativos en la frecuencia de días de HWs regionales sólo sobre el centro de Argentina y el centro de Chile.

Además, evaluamos los patrones de circulación sinóptica asociados a los eventos regionales encontrados. Las HWs del sur del SSA presentaron las características más distintivas, asociadas a sistemas extratropicales de altas presiones que bloquean el flujo del oeste. En el resto de las regiones, las HWs están relacionadas con anomalías anticiclónicas en el Atlántico Sur (norte del SSA, centro-este del SSA y centro de Argentina) o en el Pacífico Sur (centro de Chile).

Por último, calibramos y evaluamos un novedoso algoritmo semilagrangiano que se centra en el patrón espacial de las temperaturas extremas y su evolución. Este algoritmo amplía la perspectiva de análisis de las HWs, permitiéndonos estudiar los patrones cambiantes de los eventos a lo largo de su ciclo de vida. Al comparar las HWs identificadas por el algoritmo con las HWs regionales observadas, comprobamos que el algoritmo representa satisfactoriamente las HW regionales en SSA.

---

---

## Aleaciones mejoradas de MnAl como sustitutos de imanes permanentes convencionales

Vergara Ortega, Jorge

IMDEA Nanociencia

La transición verde o el avance de nuevas tecnologías van a hacer imprescindible el uso de imanes permanentes. Estos presentan diversos problemas debido a su composición. El MnAl en fase  $\tau$  es una aleación que tiene alto potencial para entrar en el mercado de imanes permanentes gracias a sus propiedades magnéticas, como su  $(BH)_{\text{máx}}$  estimado de 12 MGOe a temperatura ambiente y su densidad de  $5.2 \text{ g/cm}^3$  (comparado con  $7.6 \text{ g/cm}^3$  para  $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ ).

Durante la presentación se podrá ver como es el proceso de generar la aleación hasta obtener el producto final, desde diferentes técnicas con las que fabricar la aleación, como el "arc-melter" o el atomizado, pasando por distintos tratamientos que puede sufrir el polvo magnético, ya sean térmicos o mecánicos, hasta el conformado de los imanes. Así mismo un pequeño estudio de corrosión en agua des-ionizada que se ha realizado durante más de nueve meses.

---

---

### Detección y Caracterización de exoplanetas usando Inteligencia Artificial

Abreu Aramburu, Asier  
European Space Astronomy Center (ESAC),  
ATG Science & Engineering

El censo actual de exoplanetas confirmados está basado casi en su totalidad en los métodos de detección de tránsito y velocidad radial. La detección de exoplanetas por el método astrométrico representa una fracción casi anecdótica hasta el momento debido a la altísima precisión ( $\sim \mu\text{as}$ ) requerida por esta técnica de detección. Sin embargo, con la aparición de la misión Gaia de la Agencia Espacial Europea esto ha cambiado radicalmente. Esta misión ha estado midiendo desde su lanzamiento en 2013 la posición, movimiento propio y paralaje ( $\alpha, \delta, \mu_{\alpha}, \mu_{\delta}, \varpi$ ) de más de 1000 millones de estrellas con una precisión del orden de microsegundos de arco, allanando el camino para la detección sistemática de exoplanetas a gran escala y sobre todo el cielo.

Nuestro proyecto (ExoAID) tiene como objetivo mejorar las estadísticas actuales de exoplanetas mediante la combinación del método astrométrico de detección y técnicas de inteligencia artificial como el aprendizaje profundo. Usando la correlación esperada entre la calidad de la solución astrométrica y la presencia de un compañero de masa sub-estelar, aplicamos estas técnicas al catálogo público de Gaia para entrenar diferentes arquitecturas de redes neuronales y aprender la relación subyacente entre esas características y un objetivo de clase binaria (positivo = candidato a albergar un exoplaneta/negativo = improbable que albergue un exoplaneta detectable por Gaia). El modelo así resultante se puede utilizar para producir una lista de estrellas candidatas a albergar exoplanetas una vez aplicado a nuevos objetos.

---

---

### A systematic search for the most extreme gamma-ray blazars in the Universe, Fermi-LAT flare advocacy shifts and MAGIC OSA

Adithiya, Dinesh  
Filiación (IPARCOS)

In the first part of my presentation, I will talk about the project I have been working on for last year, "A systematic search for the most extreme gamma-ray blazars in the Universe using Fermi-LAT". Blazars are active galactic nuclei with relativistic jets pointing towards our line of sight. These sources are the most powerful and persistent gamma-ray emitters in the Universe. A possible blazar classification is based on their synchrotron-peak frequency, with those exceeding

10<sup>17</sup> Hz known as extreme synchrotron-peaked blazars. Finding and characterizing these extreme blazars is challenging due to limits of current instrumentation. Nevertheless, understanding these sources is fundamental for building a complete picture of blazar evolution. In this project, we systematically search for the most extreme of these blazars by, first looking for flares in their lightcurves, and then, examining the presence of a spectral hardening feature in the GeV energy range. These are the energies where the Large Area Telescope on board the Fermi Gamma-ray Space Telescope is most sensitive.

In the second part of the presentation, I will talk about the Fermi-LAT flare advocate shifts I have undertaken over the last year and my responsibilities as part of the MAGIC telescope On-Site Analysis (OSA) team. Fermi-LAT flare advocate shifts are undertaken to monitor the  $\gamma$ -ray sky and notify the astronomy community of any potential flares. When relevant flares are observed during these shifts, the findings are published in Astronomers Telegram (Atel).

---

---

## Contribuciones al desarrollo de las cámaras de los telescopios LST: presente y futuro

Pérez Aguilera, Alejandro

Departamento de Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica e IPARCOS

Los telescopios cherenkov de imagen atmosférica (IACTs) permiten detectar la interacción de rayos gamma de muy alta energía con la atmósfera, ampliando la ventana de observación a las bandas de energías entre las decenas de GeV y las centenas de TeV. El Observatorio del Roque de los Muchachos (La Palma) acoge a los telescopios MAGIC, operando desde 2004, y al observatorio de CTA (*Cherenkov Telescope Array*) Norte, aún en construcción. CTA representa la siguiente generación de IACTs que, en su observatorio de La Palma, contará con cuatro telescopios de gran tamaño (LSTs) y nueve de medio tamaño (MSTs). En la actualidad, ya hay un telescopio de gran tamaño construido, el LST-1, y realizando observaciones astronómicas desde 2019.

El trabajo que se presenta se divide en dos partes. En la primera, se exponen las contribuciones al sistema de *trigger* de las cámaras de los LST, para lo que se ha hecho uso tanto del LST-1 como de los telescopios MAGIC. En la segunda parte, se exponen los trabajos que se están realizando para un nuevo diseño de cámara para los LSTs basado en fotomultiplicadores de silicio (SiPM). Este nuevo diseño está pensado para sustituir al diseño actual, una vez finalice su vida útil, y mejorar su rendimiento, entre otras cosas, gracias a un sistema de *trigger* con procesamiento de datos en tiempo real usando algoritmos de redes neuronales.

---