

# **Jornadas de Doctorandos 2015-16**

## **Primera Sesión**

### **Programas de Doctorado en Física y en Astrofísica**

**Facultad de Ciencias Físicas**  
**Universidad Complutense de Madrid**

**Aula Miguel de Guzmán (día 9), Aula S-106 (días 10, 11),**  
**Facultad de Ciencias Matemáticas**

**9-10-11 de diciembre de 2015**

#### **Lista de ponentes**

Jon Ander Arrillaga Mitxelena,	Dept. de Física de la Tierra, Astronomía y Astrofísica I, UCM
Elena Beltrán de Heredia Rodríguez	Dept. de Física Atómica, Molecular y Nuclear, UCM
José Antonio Carrasco Blanco	Dept. de Física Teórica II, UCM
Fernando Cerrón Campóo	Dept. de Física Atómica, Molecular y Nuclear, UCM
Fernando Gallego Marcos	ICMM, CSIC
David Ginard Pariente	Observatorio Astronómico Nacional
Juan Jesús González Alemán	Dept. de Física de la Tierra, Astronomía y Astrofísica II, UCM
Alberto Molina Cardín	Dept. de Física de la Tierra, Astronomía y Astrofísica I, UCM
Diana Navas Nicolás	CIEMAT
Laura Ortiz Martín	Dept. Física Teórica I, UCM
Jorge Pla García	Centro Astrobiología INTA-CSIC
Sara Pérez Carabaza	Dept. de Arquitectura de Computadores y Automática, UCM
Félix del Prado Hurtado,	Dept. de Física de Materiales, UCM
Adrián Quintario Olmeda	CIEMAT
Rafael Saavedra Agüera	CIEMAT
Sabina Ustamujic	Secc. Dept. Astronomía y Geodesia, UCM
Rodrigo Varela Alonso	CIEMAT
Miguel Ángel Velasco Frutos	CIEMAT
Javier Vivas Méndez	CENIM, CSIC

<b>JORNADAS DE DOCTORANDOS. 9,10,11 de diciembre de 2015</b>			
<b>Programas de Doctorado en Física y Astrofísica</b>			
	<b>Miércoles 9</b>	<b>Jueves 10</b>	<b>Viernes 11</b>
<b>10:00-10:15</b>	<i>Jon Ander Arrillaga, FTAA-I, UCM</i> "Estudio de procesos micro y mesometeorológicos en atmósferas estables"	<i>Alberto Molina, FTAA-I</i> "Paleointensidad del campo magnético terrestre"	<i>David Ginard, Observatorio Astronómico Nacional</i> "Estudio espectral de la región ultra compacta HII Mon R2"
<b>10:20-10:35</b>	<i>Juan Jesús González Alemán, FTAA-II, UCM</i> "Análisis de ciclones con características tropicales en el Atlántico Nordeste y el Mediterráneo"	<i>Rafael Saavedra, CIEMAT</i> "Análisis de los efectos de la implantación iónica en diferentes tipos de sílice amorfa mediante técnicas de caracterización ópticas"	<i>Jorge Pla (Centro Astrobiología INTA-CSIC)</i> "Meteorología en Marte"
<b>10:40-10:55</b>	<i>Elena Beltrán de Heredia, FAMN, UCM</i> "Mechanics of the cell constriction during division"	<i>Javier Vivas, CENIM, CSIC</i> "Nano-precipitation strengthened T91 by thermomechanical treatment optimization"	<i>Sabina Ustamujic, Facultad Matemáticas, UCM</i> "MHD simulations of protostellar jets: formation and stability of shock diamonds"
<b>11:00-11:15</b>	<i>Fernando Cerrón, FAMN</i> "Dinámica de replicación del ADN de la polimerasa de la mitocondria humana"	<i>Félix del Prado, FM, UCM</i> "Crecimiento y caracterización de óxidos semiconductores-composites con aplicaciones en baterías"	
<b>11:30-11:45</b>	<i>José Antonio Carrasco, FT-II, UCM</i> "Entrelazamiento cuántico en modelos integrables: Generalización del modelo de Lipkin-Meshkov-Glick"	<i>Rodrigo Varela, CIEMAT</i> "Optimización de aceleradores de hadrones aplicados al estudio de materiales para reactores de fusión e imagen médica"	
<b>11:50-12:05</b>	<i>Fernando Gallego, ICMM, CSIC</i> "Interference of real and virtual transitions in quantum dot chains"	<i>Adrián Quintario, CIEMAT</i> "Medida de las fracciones de helicidad del bosón W en pares top-antitop producidos en colisiones protón-protón a $\sqrt{s}=8$ TeV medidas con el detector CMS en el LHC"	"
<b>12:10-12:25</b>	<i>Laura Ortiz, FT-I, UCM</i> "Topología y materia condensada"	<i>Miguel Ángel Velasco, CIEMAT</i> "Estudio de las anisotropías en las direcciones de llegada de e- y e+ con el espectrómetro magnético AMS-02"	
<b>12:30-12:45</b>	<i>Sara Pérez Carabaza, DACYA, UCM</i> "Búsqueda en tiempo mínimo en entornos dinámicos con incertidumbre"	<i>Diana Navas, CIEMAT</i> "Medida del ángulo de mezcla $\theta_{13}$ de oscilaciones de neutrinos en el experimento Double Chooz y desarrollo de instrumentación para el experimento de argón líquido WA105 del CERN".	

## RESÚMENES

*Jon Ander Arrillaga Mitxelena, Dept. Física de la Tierra, Astronomía y Astrofísica I, UCM*

### **Estudio de procesos micro y mesometeorológicos en atmósferas estables**

Las situaciones de estabilidad atmosférica favorecen que los fenómenos de microescala y mesoescala tengan un mayor protagonismo cerca de la superficie terrestre. Este proyecto de tesis está centrado en estudiar circulaciones mesoescalares que se forman en ambientes estables y su influencia en los movimientos de escala micrometeorológica que tienen lugar en la Capa Límite Atmosférica. Por una parte, se estudian las brisas marinas en la costa Cantábrica, la cual está caracterizada por una topografía de cierta complejidad. Por otro lado, se investigan las circulaciones originadas por diferencias térmicas asociadas a la orografía en el entorno de la Sierra de Guadarrama, así como las asociadas al calentamiento diferencial en zonas de meseta (concretamente en la Meseta Norte Castellana y en la Meseta de Lannemezan en Francia). El análisis de datos obtenidos mediante la instrumentación micrometeorológica disponible en dichos emplazamientos, permite un estudio detallado de los flujos turbulentos de vapor de agua, calor y CO<sub>2</sub> entre otros. Asimismo, se realizan simulaciones numéricas mediante el modelo de investigación y pronóstico meteorológico WRF, el cual es empleado en numerosos estudios meteorológicos recientes.

*Elena Beltrán de Heredia Rodríguez, Dept. Física Atómica, Molecular y Nuclear, UCM*

### **Mechanics of the cell constriction during division**

Cell constriction is an important cytokinetic phase preceding division. Before splitting in two daughters, symmetrically dividing cells accommodate their duplicated contents into spatially separated compartments defined by a stable fission site located at midcell. Constriction is a non-spontaneous process which involves large membrane deformations at the site of fission, a division route entailing a strong breakage of symmetry in the mother cell. In this work, we investigate the mechanical route for symmetric constriction by computing the bending energy of deformed vesicles with rotational symmetry. Analytical expressions are obtained for the main magnitudes. These equations provide an easy and compact way to predict minimal requirements for successful constriction and the values of its relevant properties.

*José Antonio Carrasco Blanco, Dept. Física Teórica II, UCM*

### **Entrelazamiento cuántico en modelos integrables: Generalización del modelo de Lipkin-Meshkov-Glick**

El modelo original de Lipkin--Meshkov--Glick describe  $N$  partículas de espín  $1/2$  que interactúan todas entre sí con la misma intensidad constante. Proponemos una generalización del mismo para cualquier valor de espín y cualquier tipo de interacción (dependiente de la distancia, por ejemplo). Calculamos su estado fundamental y obtenemos una expresión cerrada para la matriz densidad. En el límite termodinámico, calculamos diferentes entropías de entrelazamiento así como el diagrama de fases. Conseguimos relacionar nuestro modelo generalizado con algunas teorías conformes (CFTs) y obtenemos restricciones para la extensividad de la entropía de Tsallis.

*Fernando Cerrón Campóo, Dept. Física Atómica, Molecular y Nuclear, UCM*

### **Dinámica de replicación del ADN de la polimerasa de la mitocondria humana**

La mitocondria es un orgánulo celular esencial que interviene en el desarrollo celular y es la encargada de la producción de ATP para proporcionar energía a los distintos motores moleculares de la célula. Éste orgánulo se caracteriza por tener su propio ADN, y su propia maquinaria de replicación de ADN. La polimerasa de la mitocondria (Pol  $\gamma$ ) y la proteína SSB (Single Strand Binding protein) son proteínas esenciales en la replicación de ADN mitocondrial. Mutaciones en estas proteínas pueden ocasionar malfuncionamiento de la mitocondria, y como consecuencia cáncer, envejecimiento prematuro o enfermedades neurodegenerativas. En este proyecto utilizamos la técnica de pinzas ópticas para obtener información sobre la cinética de replicación del ADN mitocondrial humano, sobre las fluctuaciones energéticas y los estados conformacionales de la proteína que aparecen en el proceso.

*Fernando Gallego Marcos, ICMM, CSIC*

### **Interference of real and virtual transitions in quantum dot chains**

We analyzed long-range transport through an ac driven triple quantum dot. Resonant transitions between separated and detuned dots are mediated by the exchange of  $n$  photons with the time-dependent field. An effective model is proposed in terms of second order (cotunneling) processes which dominate the long-range transport between the edge quantum dots. The ac field renormalizes the inter dot hopping, modifying the level hybridization. With the same set-up and the intermediate dot also in photo assisted resonance among the edge quantum dots we get interference effects between the long-range transport, that only couples the edge dots, and the first order tunneling path where the central dot gets normally occupied. We find configurations where the two paths interfere destructively and totally blocks the current. This work enhances the value of AC fields in mesoscopic transport.

*David Ginard Pariente, Observatorio Astronómico Nacional*

### **Estudio espectral de la región ultra compacta HII Mon R2**

Una de las regiones de formación estelar galácticas más estudiadas es la situada en la constelación de Monoceros a 830 pc. Monoceros R2 (Mon R2) se distingue claramente gracias a una cadena de nebulosas de reflexión que se extienden alrededor de 2 grados en el cielo. Estas nebulosas están asociadas con una nube molecular gigante que es una de las regiones intensas en formación estelar más cercana a nuestro sol. Monoceros R2 alberga una región ultra compacta UC HII. Es la más brillante de nuestra galaxia y la única que se puede resolver en milimétricas con telescopios de antena única. Por lo tanto es el caso de estudio óptimo para determinar las condiciones físicas y químicas de las regiones de formación de estrellas masivas. En esta jornada se revisarán las propiedades de la región mediante un estudio molecular en rango milimétrico. Asimismo se investigará la química molecular característica.

*Juan Jesús González Alemán, Dept. Física de la Tierra, Astronomía y Astrofísica II, UCM*

### **Análisis de ciclones con características tropicales en el Atlántico Nordeste y el Mediterráneo**

Los ciclones con características tropicales son fenómenos atmosféricos adversos que tienen un gran impacto en la sociedad. Los mecanismos físicos que los gobiernan hacen que se modifiquen sus características rápidamente y por tanto sean de difícil predicción. No suelen ser típicos en nuestra región, pero la comunidad científica ha puesto el foco sobre ellos dado los distintos casos acontecidos con gran repercusión mediática en los últimos años. Por todo ello se hace necesario estudiarlos en nuestra región, y deducir, además, que ocurriría en un contexto de Cambio Climático respecto a cambios en su frecuencia de ocurrencia y/o intensidad. Esta tesis tratará de investigar al respecto y ahondar en las respuestas.

*Alberto Molina Cardín, Dept. Física de la Tierra, Astronomía y Astrofísica I, UCM*

### **Paleointensidad del campo magnético terrestre**

Los estudios paleomagnéticos permiten conocer la dirección y, si se dan ciertas condiciones, también la intensidad del campo magnético de la Tierra (CMT) en un punto de su superficie y un instante determinado del pasado gracias a la magnetización remanente que son capaces de adquirir ciertos minerales ferromagnéticos cuando su temperatura desciende por debajo de su temperatura de Curie. Si las muestras están bien datadas, estos datos permiten construir modelos de campo y curvas de variación paleosecular que pueden, a su vez, utilizarse para datar otros materiales y para analizar el comportamiento del CMT. Conocer las características del CMT en el pasado es fundamental comprender su dinámica y estudiar su posible evolución en el futuro.

*Diana Navas Nicolás, CIEMAT*

### **Medida del ángulo de mezcla $\theta_{13}$ de oscilaciones de neutrinos en el experimento Double Chooz y desarrollo de instrumentación para el experimento de argón líquido WA105 del CERN.**

En esta presentación se expondrán los avances en dos importantes experimentos de física de neutrinos. Por una parte, el experimento Double Chooz tiene como objetivo medir una de las principales incógnitas en física de neutrinos de los últimos años: el valor del último ángulo de mezcla  $\theta_{13}$ . Tras proporcionar en 2011 la primera indicación de que este ángulo es distinto de cero, se han ido llevando a cabo sucesivos análisis para mejorar su precisión. Así, desde diciembre de 2014 se cuenta con un segundo detector que permitirá reducir extremadamente los errores sistemáticos de la medida proporcionando un resultado más competitivo. Dentro del proyecto, el trabajo realizado se encuentra enmarcado en el análisis de las eficiencias de detección y en el análisis de oscilaciones mediante el estudio de la variación del flujo del reactor. Complementariamente, el experimento WA105 se basa en la construcción de un prototipo de argón líquido en el que se desarrollarán nuevas tecnologías de cara a futuros experimentos de oscilaciones de neutrinos, en los que se tratará de resolver cuestiones como la jerarquía de masas, la violación CP o la existencia de neutrinos estériles. El trabajo que se está llevando a cabo se centra en la caracterización del sistema de detección de la luz de centelleo de Ar y en la realización de simulaciones de eventos de baja energía.

*Laura Ortiz Martín, Dept. Física Teórica I*

### **Topología y materia condensada**

Desde el descubrimiento del efecto Hall Cuántico han surgido novedosas fases de la materia y con ello un nuevo criterio para clasificarlas. Un ejemplo de estos nuevos estados son los aislantes topológicos. Basándonos en un modelo de bandas podemos obtener resultados aplicables a diversas plataformas experimentales. Una de las características más importantes de los aislantes topológicos son los estados de borde, que podrán servirnos para hacer spintrónica y acercarnos un poco más a la Computación Cuántica.

*Jorge Pla García (Centro Astrobiología INTA-CSIC)*

### **Meteorología en Marte**

El rover Curiosity de la misión Mars Science Laboratory (MSL) de la NASA se encuentra en el cráter Gale de Marte, una de las zonas topográficamente más complejas de todas las visitadas en Marte hasta la fecha. La meteorología dentro del cráter es también una de las más complejas, debido a que la topografía condiciona la circulación atmosférica cerca de la superficie. La zona elegida para el aterrizaje es una de las más profundas del cráter, ubicado entre el borde norte y el monte central Aeolis. La estación meteorológica REMS (Rover Environmental Monitoring Station) a bordo del rover Curiosity, nos está proporcionando claves sobre la naturaleza de la meteorología local. Como todas las mediciones meteorológicas, la ausencia de más estaciones en diferentes localizaciones obstaculiza la interpretación meteorológica. Los resultados numéricos del modelo MRAMS (Mars Regional Atmospheric Modeling System) que he generado, pueden proporcionar el contexto necesario para realizar las interpretaciones meteorológicas completas en ausencia de dichas estaciones. Estas simulaciones han sido validadas frente a las observaciones reales del instrumento REMS. En las simulaciones se han identificado marcas termales –temperatura potencial y temperatura del aire- asociadas a vientos de ladera, y eventos turbulentos nocturnos, consistentes con las observaciones llevadas a cabo por el instrumento REMS. Se han realizado predicciones meteorológicas (de presión, temperatura del aire, viento –velocidad y dirección- y temperatura del suelo) con el modelo MRAMS para diferentes estaciones (el primer día marciano se denomina sol): primavera (soles 51-55 de la misión MSL), verano (soles 195-197), otoño (soles 348-352) e invierno (soles 541-545). El modelo parece representar bastante bien las condiciones meteorológicas de estas estaciones si las comparamos con las observaciones reales del instrumento REMS. Se expondrán las conclusiones meteorológicas principales derivadas de la comparación entre el modelo y las observaciones reales.

*Sara Pérez Carabaza, Dept. Arquitectura de Computadores y Automática*

**Búsqueda en tiempo mínimo en entornos dinámicos con incertidumbre**

El tema de investigación de la tesis es el problema de búsqueda en tiempo mínimo (MTS, Minimum Time Search). En el problema MTS hay uno o varios objetivos de los cuales se desconoce su localización exacta, aunque se tiene información probabilística relativa a su posición y en el caso de objetivos móviles, de su dinámica. El objetivo del problema es encontrar las trayectorias de los vehículos aéreos no tripulados que realizan la búsqueda (los cuales llevan sensores capaces de realizar medidas de detección del objetivo) que permitan encontrar a los objetivos lo antes posible.

*Félix del Prado Hurtado, Dept. Física de Materiales, UCM*

**Crecimiento y caracterización de óxidos semiconductores-composites con aplicaciones en baterías**

En esta breve charla se expondrán los últimos avances durante el Doctorado. Como idea general, se presentarán las técnicas de crecimientos del material (SnO<sub>2</sub> y óxido de grafeno), las diferentes técnicas de caracterización que se han utilizado, así como parcialmente los resultados obtenidos al dopar este material con litio, (difracción por rayos X, espectroscopia Raman, Luminiscencia, morfología, Microscopia Electrónica de Transmisión...) Por otra parte se comentarán las diferentes vías químicas utilizadas para la sinterización de este material (SnO<sub>2</sub> y óxido de grafeno), con sus pros y sus contras. Finalmente, la charla terminará con la funcionalización de este material con aplicaciones en baterías, realizado durante dos estancias.

*Adrián Quintario Olmeda, CIEMAT*

**Medida de las fracciones de helicidad del bosón W en pares top-antitop producidos en colisiones protón-protón a  $\sqrt{s}=8$  TeV medidas con el detector CMS en el LHC**

Durante el Run I del LHC, a una energía de centro de masas de las colisiones protón-protón de 8 TeV, se han medido las fracciones de helicidad del bosón W en producción de pares top-antitop. Las fracciones de helicidad son sensibles al mecanismo de producción del vértice Wtb, y una medida de precisión de las mismas supone un test de validez del Modelo Estándar en una región sensible a Nueva Física.

*Rafael Saavedra Agüera, CIEMAT*

**Análisis de los efectos de la implantación iónica en diferentes tipos de sílice amorfa mediante técnicas de caracterización ópticas**

La investigación está centrada en el estudio de los efectos de la irradiación iónica, con iones de diferente energía de interés en fusión (ligeros H, He) e iones de la matriz del material (O, Si) para intentar simular experimentalmente el daño neutrónico, en diferentes tipos de sílice amorfa. Para ello se han utilizado sílices con diferente contenido de impurezas, analizando diversas propiedades ópticas de interés antes y después de las irradiaciones. Se presentarán datos obtenidos mediante las técnicas de ionoluminiscencia, absorción óptica en el UV-vis-NIR, reflectancia infrarroja y espectroscopía Raman. Una posterior comparación con el efecto producido por otras fuentes de radiación es otro de los objetivos de la investigación.

*Sabina Ustamujic (Secc. Dept. Astronomía y Geodesia, UCM)*

**MHD simulations of protostellar jets: formation and stability of shock diamonds**

The early stages of a star birth are characterised by a variety of mass ejection phenomena, including outflows and collimated jets, that are strongly related with the accretion process developed in the context of the star-disc interaction. Jets move through the ambient medium producing complex structures observed at different wavelength bands. In particular, X-ray observations show evidence of strong shocks heating the plasma up to temperatures of a few million degrees. In some cases, the shocked features appear to be stationary and have been interpreted as shock diamonds. We aim at investigating the physical properties of the shocked plasma and the role of the magnetic field on the collimation of the jet and the formation of the stationary shock. We performed 2.5D MHD simulations modelling the propagation of a jet ramming with a supersonic speed into an initially isothermal and homogeneous magnetized medium and compared the results with observations.

*Rodrigo Varela Alonso, CIEMAT*

### **Optimización de aceleradores de hadrones aplicados al estudio de materiales para reactores de fusión e imagen médica**

En el marco de los nuevos desarrollos de aceleradores de hadrones los diagnósticos constituyen una parte esencial en la operación de dichas máquinas. Debido a las cada vez más exigentes condiciones de trabajo de estos aceleradores se hace necesario desarrollar nuevas técnicas y mejorar las ya existentes para asegurar un rendimiento óptimo durante el funcionamiento. Partiendo de estas premisas encontramos en los detectores basados en la fluorescencia del gas residual un excelente candidato a la hora de medir el perfil transversal, ya que se trata de un método no interceptivo que permite realizar mediciones sin alterar las características del haz. La presente charla hará un repaso de las técnicas clásicas de medida comparándolas con los diagnósticos basados en la fluorescencia del haz y hablará de la implementación de los diagnósticos en el ciclotrón AMIT y en el acelerador LIPAC

*Miguel Ángel Velasco Frutos, CIEMAT*

### **Estudio de las anisotropías en las direcciones de llegada de e- y e+ con el espectrómetro magnético AMS-02**

El estudio de las anisotropías en los rayos cósmicos proporciona información acerca de los mecanismos de propagación en el medio interestelar y puede revelar la existencia de posibles fuentes primarias. En particular, el caso de electrones y positrones detectados por AMS-02 es especialmente interesante dado que las pérdidas energéticas que sufren durante su propagación hacen que tengan un origen local. En este contexto, el estudio de anisotropías es una herramienta de diagnóstico y caracterización del exceso de positrones observado recientemente por AMS-02, entre otros experimentos, ya que podría discriminar entre los diferentes escenarios propuestos para su explicación. El estudio de anisotropías requiere la creación de mapas de referencia, que representan la hipótesis nula en la búsqueda de anisotropía. Dicho análisis puede realizarse de forma absoluta para una especie o bien de forma relativa para examinar posibles desviaciones direccionales en el flujo de una especie respecto a otra que se toma como referencia. En el caso de anisotropías absolutas, la referencia que se tome debe reflejar el mapa del cielo visto por el detector bajo un flujo verdaderamente isótropo. En la charla se describirá el método seguido para el análisis de anisotropías absolutas y relativas, y se aplicará al caso concreto de una muestra de electrones y positrones.

*Javier Vivas Méndez, CENIM, CSIC*

### **Nano-precipitation strengthened T91 by thermomechanical treatment optimization**

The increase of thermal efficiency in power plants has been the main driving force to develop Ferritic/Martensitic (FM) steels for structural applications capable for operation at 650°C and higher. Along with optimization of the new thermo-mechanical process (TMP), steel compositions that fully exploit the TMP need to be developed further. It has been clarified in previous works that nano-sized precipitates and its distribution are the key factors controlling the stability of the microstructure at high operating temperatures. Based on the science of precipitate strengthening, the aim of this work is to optimize the TMP to achieve a suitable size and distribution of MX precipitates which strengthen and improve the mechanical behavior of FM steels.