# 101ª Reunión de la

# Asociación Física Argentina

4 al 7 de octubre de 2016
San Miguel de Tucumán, Tucumán, Argentina

# Agradecimientos

El Comité Organizador de la 101ª Reunión de la Asociación Física Argentina agradece a las autoridades de AFA Central, así como a los colegas de las Filiales San Luis y Bariloche por su apoyo y asesoramiento durante la organización de la Reunión. También a todo el personal de la Universidad Nacional de Tucumán (UNT) que facilitó la ejecución de esta Reunión, especialmente a las autoridades y personal de la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología (FACET). Por otro lado, agradece al Ente Provincial Bicentenario de Tucumán 2016 y al Ente Tucumán Turismo por su apoyo económico, logístico y de asesoramiento y a la Asociación Cooperadora de la FACET. Por último, agradece a los docentes y estudiantes del Departamento de Física de la FACET que han prestado su valioso tiempo para colaborar en la organización, particularmente a Horacio Brizuela, Azucena Gómez López, Nadia Vega, Ezequiel Tosi, Cecilia Zapata, Bruno Zossi, Patricio Alastuey y a los estudiantes de grado.

## Comisión Directiva de la Asociación Física Argentina

**Presidente**

Antonio José Ramírez Pastor

**Secretario**

Fernando M. Bulnes

**Tesorero**

Raúl H. López

**Vocales**

| *Filial* | *Titulares* | *Suplentes* |
|---|---|---|
| *Bariloche* | Sebastián Bustingorri | Fabiana Laguna |
| *Buenos Aires* | Pablo Balenzuela | Miguel Larrotonda |
| *Córdoba* | Gustavo Monti | Daniel Zaccari |
| *La Plata* | Tomás Grigera | Carlos Carlevaro |
| *San Luis* | Marcos Rizzotto | Fabricio Sánchez |
| *Santa Fe* | Javier Schmidt | Oscar Zandrón |
| *Sur* | Patricia Benedetti | Hilda Larroldo |
| *Tucumán* | Erlinda Ortiz | Jorge Ferreyra |

**Revisores de Cuentas**

Francisco Sánchez — Eitel Peltzer y Blancá

## Comité Organizador Local

Gabriela Simonelli (*coordinadora*)

Ana Georgina Elías
Ana Clelia Gómez Marigliano
Gustavo Mansilla
Marta Pesa
Marta Zossi
Jorge M. Ferreyra
Luis Issolio
Magdalena Mechetti
Silvia Pérez de Heluani

## Comité Científico

Silvia Pérez de Heluani (*coordinadora*)

Cecilia Ventura (filial Bariloche)
Sergio Cannas (filial Córdoba)
Daniel Linares (filial San Luis)
Norberto Castellani (filial Sur, Bahía Blanca)
Gabriel Mindlin (filial Buenos Aires)
Eitel Peltzer y Blancá (filial La Plata)
Evelina García (filial Santa Fe)
Mónica Tirado (filial Tucumán)

# ÍNDICE GENERAL

**Conferencias y Charlas** **9**
Conferencias Plenarias . . . 11
Charlas de Divulgación . . . 18
Charla Informativa . . . 20
Presentación de Libro y Charla . . . 21

**Divisiones: Charlas de Interés General** **23**
Enseñanza de la Física . . . 25
Industria y Tecnología . . . 26
Materia Condensada Blanda . . . 27

**Divisiones: Presentaciones Orales** **29**
Enseñanza de la Física . . . 31
Física Atómica y Molecular . . . 35
Física de la Tierra, el Agua y la Atmósfera . . . 40
Industria y Tecnología . . . 43
Física Médica . . . 49
Física Nuclear . . . 61
Fluidos y Plasmas . . . 62
Fundamentos e Información Cuántica . . . 68
Materia Condensada . . . 74
Materia Condensada Blanda . . . 88
Mecánica Estadística, Física no Lineal y Sistemas Complejos . . . 100
Fotónica y Óptica . . . 107
Partículas y Campos . . . 115

**Sesiones de Posters** **119**
**Sesión A:** Martes 04 y Miércoles 05 . . . 121
Astrofísica . . . 121
Biofísica y Modelado de Sistemas Biológicos . . . 124
Enseñanza de la Física . . . 137
Epistemología e Historia de la Física . . . 159
Física Espacial . . . 162
Física Nuclear . . . 162

Fundamentos e Información Cuántica . . . 168
Materia Condensada I . . . 178
Física de Superficies, Físico-Química y Física de Polímeros . . . 178
Magnetismo y Materiales Magnéticos . . . 200
Mecánica Estadística, Física no Lineal y Sistemas Complejos . . . 217
Nanosensores y Plasmónica . . . 235
Partículas y Campos . . . 236
**Sesión B:** Miércoles 05 y Jueves 06 . . . 245
Física Atómica y Molecular . . . 245
Física de la Tierra, el Agua y la Atmósfera . . . 261
Física e Industria . . . 282
Física Médica . . . 289
Fluidos y Plasmas . . . 304
Materia Condensada II . . . 323
Dieléctricos y Ferroeléctricos . . . 323
Dinámica de Redes y Estructura del Sólido . . . 324
Estructura Electrónica y Sistemas Fuertemente Correlacionados . . . 326
Física en la Nanoescala . . . 330
Metales, Superconductores, Física de Bajas Temperaturas . . . 358
Semiconductores . . . 370
Síntesis y Aplicaciones de Nanomaterialesa . . . 377
Materia Condensada Blanda . . . 380
Fotónica y Óptica . . . 389
Tecnología . . . 412

**Sedes 101ªRAFA** **421**

**Información Útil** **425**

**Índice Onomástico** **429**

| Horario | Martes 4 de octubre | Miércoles 5 de octubre | Jueves 6 de octubre | Viernes 7 de octubre |
|---|---|---|---|---|
| 8:30 - 9:00 | Acreditación | | | |
| 9:00 - 9:30 | | Conferencia Plenaria 5<br>Constantino Grosse | Conferencia Plenaria 8<br>Julio Guimpel | |
| 9:30 - 10:00 | Coffee Break | | | Coffee Break |
| 10:00 - 10:30 | Palabras de Bienvenida | Coffee Break | Coffee Break | |
| 10:30 - 11:00 | Conferencia Plenaria 1<br>Marina Bloj | Conferencia Plenaria 6<br>Gabriela González | Conferencia Plenaria 9<br>Enrique Lomba | Conferencia Plenaria 10<br>Andres.J. Kreiner |
| 11:00 - 11:30 | | | | |
| 11:30 - 12:00 | Conferencia Plenaria 2<br>Horacio S. Wio | Mesa Panel 1 | Mesa Panel 2 | Conferencia Plenaria 11<br>Jorge Zanelli |
| 12:00 - 12:30 | | | | Acto de Cierre |
| 12:30 - 13:00 | Almuerzo | Almuerzo | Almuerzo | Lunch despedida |
| 13:00 - 13:30 | | | | |
| 13:30 - 14:00 | | | | |
| 14:00 - 14:30 | Posters A | Charlas de División | Charlas de División | Posters B |
| 14:30 - 15:00 | | Posters A<br>(se retiran a las 16.30 hs) | | |
| 15:00 - 15:30 | Charlas de División | | | |
| 15:30 - 16:00 | Coffee Break | Coffee Break | Coffee Break | |
| 16:00 - 16:30 | Conferencia Plenaria 3<br>José R. Iglesias | LAHN<br>Charla informativa | Posters B | Asamblea |
| 16:30 - 17:00 | | Posters B | | |
| 17:00 - 17:30 | Posters A | | | |
| 17:30 - 18:00 | | Conferencia Plenaria 7<br>Ruben Perez | | |
| 18:00 - 18:30 | | | | |
| 18:30 - 19:00 | | | | |
| 19:00 - 19:30 | Acto Inaugural- Teatro Alberdi | Presentación Libro y charla<br>J. Roederer | | |
| 19:30 - 20:00 | Conferencia Plenaria 4<br>David Gross (Premio Nobel 2004) | | | |
| 20:00 - 20:30 | | | | |
| 20:30 - 21:00 | | Vino de Honor | | |
| 21:00 - 21:30 | Brindis Casa de Gobierno | | Cena de Camaradería | |
| 21:30 - 22:00 | | | | |

# CONFERENCIAS Y CHARLAS

# CONFERENCIAS PLENARIAS

## MARTES 04

Conferencia Plenaria 1 10:30–11:30 hs. Anfiteatros A1 y A2

### El Color: de la Física a la Percepción Humana

Marina Bloj

*Bradford School of Optometry and Vision Sciences*
*University of Bradford, Reino Unido*

En mi presentación me centraré en el tema del color: un fenómeno que sigue fascinando al público en general y se entiende bien en sus fundamentos físicos; pero aún presenta muchos desafíos y preguntas sin resolver para los científicos que exploran cómo perciben los seres humanos. Voy a presentar el trabajo de otros y mi propias investigaciones (y describir un poco mi trayectoria personal desde física a científica de la visión) para presentar cuestiones en torno a percepción, memoria y la constancia del color.

Conferencia Plenaria 2 11:30–12:30 hs. Anfiteatros A1 y A2

### Marco Variacional para la Física Estadística Lejos del Equilibrio: Nuevas Perspectivas en la Dinámica de KPZ

Horacio S. Wio

*Departamento de Física Moderna, Universidad de Cantabria e Instituto de Física de Cantabria, UC & CSIC*
*Santander, España*

Las teorías de la física teórica clásica suelen estar caracterizadas por principios variacionales (p.ej. mínima acción en la mecánica clásica o máxima entropía en termodinámica). Dichos principios surgen del estudio del límite macroscópico de teorías microscópicas –mecánica cuántica y física estadística en los casos señalados– donde la presencia de fluctuaciones permite violar tales principios y verificar la existencia de extremos. En las últimas décadas se han realizado numerosos trabajos explotando estas ideas en sistemas alejados del equilibrio termodinámico, particularmente en sistemas que dan lugar a la formación de patterns.

Comenzaremos introduciendo algunos ejemplos los potenciales de tipo termodinámico que se han obtenido en tales sistemas lejos del equilibrio, y así mismo, como han sido explotados para obtener información de la dinámica de tales sistemas. A continuación discutiremos sobre la aplicación de estas ideas en la ecuación KPZ. Durante el último cuarto de siglo dicha ecuación se ha convertido en un paradigma de los procesos de no-equilibrio que verifican leyes de escala dinámicas, y su estudio marca una tendencia hacia la clasificación de los fenómenos críticos de no-equilibrio. La existencia (considerada imposible hasta hace muy poco) de un potencial de no-equilibrio, su comportamiento e interpretación física, brindan esperanzas de formular una "termodinámica de no-equilibrio" para procesos de este tipo.

Conferencia Plenaria 3 16:30–17:30 hs. Anfiteatros A1 y A2

## Aplicaciones de la Física a la Economía y las Ciencias Sociales

José R. Iglesias

*UNISINOS, São Leopoldo, RS, Brasil*

La aplicación de técnicas y modelos de la Física Estadística a sistemas sociales se ha transformado en un tema de investigación actual, con un creciente interés dentro de la comunidad científica por su aplicación a problemas sociales concretos. En particular, dos áreas se han desarrollado en forma destacada: las aplicaciones a problemas de economía y finanzas, y las aplicaciones a fenómenos sociales, como la formación de opiniones, el análisis de procesos electorales y la adopción de innovaciones. En esta charla queremos presentar una introducción general a estos temas, y dos aplicaciones particulares: la propagación de una crisis bancaria en una red, y la dinámica de adopción de innovaciones.

Conferencia Plenaria 4 19:30–20:30 hs. Teatro Alberdi (Jujuy 92, esquina Crisóstomo Álvarez)

## The Frontiers of Fundamental Physics

David Gross

*Kavli Institute for Theoretical Physics*
*University of California, Santa Barbara, Estados Unidos*

At the frontiers of physics we search for the principles that might unify all the forces of nature and we strive to understand the origin and history of the universe. In this lecture I shall describe some of the the questions that we ask and some of the proposed answers. I shall also discuss what it might mean to have a final theory of fundamental physics and whether we are capable of discovering it.

# MIÉRCOLES 05

## Conferencia Plenaria 5 09:00–10:00 hs. Anfiteatros A1 y A2
## **Influencia del tamaño iónico sobre las propiedades dieléctricas y electrocinéticas de suspensiones coloidales acuosas**

Constantino Grosse

*Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología*
*Universidad Nacional de Tucumán*

Las interpretaciones teóricas clásicas de las propiedades dieléctricas y electrocinéticas de suspensiones coloidales no son capaces de dar cuenta de gran parte de la evidencia experimental: valores medidos de la movilidad electroforética y del incremento dieléctrico de baja frecuencia sobrepasan sistemáticamente las predicciones teóricas; el potencial de superficie de partículas suspendidas calculado a partir de la movilidad no coincide con el obtenido a partir del incremento de conductividad; valores medidos de la movilidad llegan a superar en algunos casos el máximo teórico. En la actualidad, los estudios más prometedores para resolver estas dificultades tienen en cuenta el tamaño finito de los iones. Para ello incorporan alguna expresión para la interacción estérica entre iones, que en general es la propuesta por Bikerman en 1942. Además, el tamaño finito de los iones implica otras consecuencias a tener cuenta: un valor finito del máximo acercamiento de los iones a la interfase, la fuerza dielectroforética sobre los iones en un campo eléctrico no uniforme, la dependencia de la permitividad de la solución con la concentración iónica y la correspondiente fuerza de Born. Los estudios numéricos que han logrado incluir todos estos mecanismos muestran, sin embargo, que para suspensiones coloidales los efectos del tamaño iónico finito son muy débiles debido a los valores pequeños de las densidades de carga superficial. Esta percepción cambió radicalmente con el uso reciente de modelos para las interacciones estéricas derivados de teorías de fluidos de esferas duras, en particular la ecuación de Carnahan-Starling.

## Conferencia Plenaria 6 10:30–11:30 hs. Anfiteatros A1 y A2
## **Observación de Ondas Gravitacionales**

Gabriela González

*Louisiana State University*
*representando LIGO Scientific Collaboration y Virgo Collaboration*

Recientemente, anunciamos la detección de ondas gravitacionales en los detectores de LIGO en Septiembre y Diciembre de 2015, ambas producidas por la colisión de agujeros negros. Daré un resumen de estas observaciones y resultados del análisis de los datos tomados en el primer período de observación buscando colisiones de agujeros negros. Además presentaré la excelente perspectiva para el futuro de astronomía con ondas gravitacionales.

Conferencia Plenaria 7 18:00–19:00 hs. Anfiteatros A1 y A2

## Tuning graphene electronic and mechanical properties: interaction with metals, Moire patterns and role of defects

Ruben Perez

*Scanning Probe Microscopy Theory & Nanomechanics Group*
*Departamento de Física Teórica de la Materia Condensada and Condensed Matter Physics Center (IFIMAC)*
*Universidad Autónoma de Madrid, Madrid, España*

In this talk, we combine high-resolution STM experiments by different groups and our DFT and transport calculations to characterize the graphene (G)/metal interaction, in particular, the moire patterns formed on both weakly (Pt, Cu) and strongly interacting (Rh) cases. G/Pt shows the dramatic effect of the defects in the strength of the interaction [1] and unveils the atomic structure of the boundary between a graphene zigzag edge and a Pt(111) step [2].

In G/Cu, we have demonstrated that STM can selectively visualize either the graphene layer, the substrate underneath or even both at the same time and exploited this tunable transparency to provide a comprehensive picture of the G-metal coupling with atomic precision and high energy resolution [3], with important implications for the accurate description of Van der Waals interactions. Our calculations explain the tunable transparency in terms of the short out-of-plane extension of the graphene electronic states, suggesting that it should apply to a good number of graphene/substrate systems.

Experiments on G/Rh(111) conclusively prove the formation of different moiré structures with a wide distribution of surface periodicities, challenging the established ideas. Our transport simulation (beyond the standard Tersoff-Hamman approach) reproduces quantitatively the trends observed in the STM apparent corrugation. Based on this agreement, we discuss the relative contribution of strain, corrugation and G-metal binding to stabilize the observed moires [4]. Finally, we address oxygen intercalation and unveil the atomic-scale processes that convert a strongly coupled system into a freestanding like p-doped graphene layer [5].

[1] M. M. Ugeda, et al., Phys Rev Lett. 107, 116803 (2011).
[2] P. Merino et al., ACS Nano 8, 3590(2014).
[3] H. Gonzalez-Herrero et al., ACS Nano 10, 5131 (2016).
[4] A. Martin-Recio et al., Nanoscale 7, 11300 (2015).
[5] C. Romero-Muñiz et al., Carbon 101, 129 (2016); and ACS Nano (submitted).

# JUEVES 06

## Conferencia Plenaria 8 09:00–10:00 hs. Anfiteatros A1 y A2
## Superredes e Interfaces

Julio Guimpel

*División Bajas Temperaturas, Centro Atómico Bariloche*
*CNEA, CONICET e Instituto Balseiro, UNCuyo*

Se revisarán los temas más importantes que ha aportado la física de superredes desde su concepción por Leo Esaki. El crecimiento de films delgados y superredes ha permitido la fabricación de dispositivos y ha ofrecido la posibilidad de acceder a nuevos fenómenos, de los cuales la magnetoresistencia gigante y el efecto Hall cuántico son sólo ejemplos.

En la charla se revisarán los conceptos por los cuales la física de films delgados difiere de la física en bulk de la materia condensada, los métodos de fabricación de los mismos, y se discutirán algunos de los fenómenos que han sido descubiertos exclusivamente debido a que se pudieron fabricar films delgados y superredes.

## Conferencia Plenaria 9 10:30–11:30 hs. Anfiteatros A1 y A2
## Una descripción teórica explícita de la estructura espacial de fluidos confinados

Enrique Lomba

*Instituto de Química Física Rocasolano*
*Consejo Superior de Investigaciones Científicas, España*

Introducimos una nueva aproximación teórica basada en la aproximación de densidad de una partícula, la cual puede conducir a dar una descripción topológica precisa de los fluidos y otros sistemas complejos en condiciones de confinamiento. Aplicamos este desarrollo teórico a sistemas que exhiben auto ensamblado debido a la presencia de interacciones repulsivas de corto alcance y atractivas de largo alcance (potenciales SALR, característicos de sistemas coloidales y biológicos) con confinamiento al azar. También se estudian gases nobles adsorbidos en materiales porosos. Los potenciales SALR han despertado un gran interés últimamente, debido a la variedad de situaciones donde pueden ser aplicados con muy buenos resultados. Estas situaciones abarcan desde sistemas coloidales y nanopartículas recubiertas, hasta la descripción de los patrones de agrupamiento en ecosistemas estresados. Una puesta al día de todas estas propiedades será brindada como introducción.

# VIERNES 07

## Conferencia Plenaria 10 10:00–11:00 hs. Anfiteatros A1 y A2

## Desarrollo de Tecnología de Aceleradores para Aplicaciones Médicas y Nucleares

Andrés J. Kreiner

*Comisión Nacional de Energía Atómica, Escuela de Ciencia y Tecnología*
*Universidad de San Martín, CONICET*

La física y la tecnología nuclear reconocen dos vertientes en lo que a máquinas y procesos se refiere: Los Reactores Nucleares, a través de la fisión nuclear inducida por neutrones. Los Aceleradores de Partículas, a través de reacciones nucleares inducidas con partículas cargadas.

Estas dos vertientes han comenzado a converger en los últimos años en los así llamados sistemas híbridos o ADS (*Accelerator Driven Systems*, en los cuales un acelerador productor de neutrones se acopla a un reactor subcrítico) pensados para aplicaciones tanto en la producción de energía como en la resolución del problema de los residuos radiactivos de vida media muy larga (digestión de actínidos menores y otros residuos de alta radiotoxicidad) por transmutación o incineración nuclear.

Por otro lado los aceleradores por si solos tienen numerosas aplicaciones en medicina, industria, medio ambiente, etc., ya sea utilizando los haces de partículas cargadas directamente o vía la generación de neutrones a través de reacciones nucleares apropiadas. En esta segunda vertiente sobresale la aplicación a la Terapia por Captura Neutrónica en Boro con Aceleradores (AB-BNCT), pero también la aplicación a la producción de radioisótopos, prospección petrolífera, detección de materiales nucleares especiales, drogas y explosivos en cargo y modificación de propiedades de materiales.

El objetivo de la iniciativa a describir aquí es consolidar en nuestro país una actividad de desarrollo de tecnología de aceleradores propia para el abordaje de múltiples aplicaciones, como las mencionadas anteriormente, y que apunta, en particular, a la generación de haces de neutrones de alta fluencia vía reacciones nucleares inducidas por haces de partículas cargadas.

Conferencia Plenaria 11 11:00–12:00 hs. Anfiteatros A1 y A2

## Vestidos cuánticos para singularidades desnudas

Jorge Zanelli

*Centro de Estudios Científicos*
*CECs-Valdivia, Chile*

Se analizan las correcciones cuánticas a la geometría de una singularidad desnuda en 2+1 dimensiones. En primer lugar, se calcula el tensor de energía-momentum renormalizado en el vacío para un campo escalar conformalmente acoplado en la geometría de una singularidad cónica. Luego se resuelven las ecuaciones de Einstein en presencia de esta fuente y se muestra que la geometría se corrige de manera de generar un horizonte que cubre la singularidad desnuda. De esta manera se observa que la mecánica cuántica asegura la censura cósmica, evitando que una singularidad desnuda ofenda a observadores que involuntariamente se pudieran encontrar en su camino. Se discute también el caso de agujeros rotantes, en los cuales suele presentarse la situación incestuosa de las curvas tipo tiempo cerradas. También en este caso la mecánica cuántica cautela la moral y las buenas costumbres protegiéndonos de tales desacatos.

# CHARLAS DE DIVULGACIÓN

Charlas de Divulgación en el marco de la 101ªRAFA en coordinación con el Ministerio de Educación de la Provincia de Tucumán

## MARTES 04

Centro de Innovación e Información para el Desarrollo Educativo, Productivo y Tecnológico (CIIDEPT) - Av. José Ingenieros 264, S. M. de Tucumán

Por la Mañana:

### El Impacto de la Nanotecnología en nuestra vida cotidiana

David Comedi

*Depto. de Física de la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología*
*Universidad Nacional de Tucumán, CONICET*

¿Alguna vez te preguntaste de qué está hecho todo lo que nos rodea? ¿Será posible bucear hasta lo profundo de los materiales con los cuales creamos casas, prendas de vestir, automóviles, alimentos, computadoras, medicamentos, celulares y tantas otras cosas, y buscar formas de cambiaros para lograr propiedades útiles nunca antes vistas? Mucho se ha hablado de la Nanotecnología. De hecho, la Nanotecnología ha venido para quedarse, y está cada vez más presente en nuestra vida cotidiana, no sólo por los nuevos e insospechados inventos que origina, sino también por los peligros potenciales que supone. En esta charla, les voy a contar un poco de todo eso

### Historia y actualidad de las mediciones de tiempo

Diego Luna

*INTI, Argentina*

¿Qué es el tiempo?. Repaso de las definiciones de la unidad de tiempo. ¿Cuánto dura un segundo actualmente?. El tiempo en diferentes culturas. Instrumentos de cronometraje: Relojes Astronómicos, de agua e incienso. En busca de la estabilidad: desde las mediciones astronómicas a los relojes atómicos. Einstein y el tiempo. Mediciones precisas de tiempo en la vida cotidiana: GPS, telecomunicaciones. ¿Qué hora es? Organización internacional de la metrología de tiempo: Husos horarios, hora UTC, segundo intercalar. El tiempo en Argentina: INTI (Patrón Nacional de Tiempo y Frecuencia) y ONBA (Hora Oficial). Horas, minutos, segundos, fracciones de segundo: Sistemas hexadecimal, sexagesimal, decimal. Origen histórico de la convivencia de sistemas de numeración. El futuro del tiempo: Relojes ópticos.

Por la Tarde:

## Medalla de Oro para Isaac Newton. Cuando la Física te ayuda a ganar en los deportes

Gastón Tannuré

*Depto. de Física de la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología*
*Universidad Nacional de Tucumán*

La charla consiste en la descripción de algunos principios físicos elementales, en particular de la mecánica clásica, como ser caída libre, tiro parabólico, fuerzas de roce, acción y reacción, centro de gravedad, movimiento circunferencial, velocidades relativas, colisiones, etc., y como su dominio puede hacer que ganemos en una competencia deportiva.

## Einstein, ondas gravitacionales y agujeros negros

Gabriela González

*Depto. de Física y Astronomía, Universidad Estatal de Louisiana*
*Laboratorio LIGO, Estados Unidos*

Hace más de 100 años, Einstein predijo que el espacio-tiempo era dinámico, y tenía ondulaciones, u "ondas gravitacionales" que viajaban a la velocidad de la luz. Hace poco más de un año, el 14 de septiembre del 2015, los dos observatorios de LIGO en EE.UU. detectaron por primera vez una señal debida a ondas gravitacionales viajando a través de la Tierra, creadas hace unos 1.300 millones de años por el abrazo final de dos agujeros negros que habían estado bailando el tango. unos meses después, en diciembre de 2015, otra señal parecida de la coalescencia de otro sistema binario de agujeros negros. Con esto, se inaugura una nueva manera de hacer astronomía. Voy a describir la tecnología de los detectores de ondas gravitacionales, algunos detalles de los agujeros negros que se descubrieron, y el futuro de este nuevo campo.

# MIÉRCOLES 05

Teatro Mercedes Sosa, San Martín 400, S. M. de Tucumán

19:00 hs.

## 100 años de la Relatividad General - El legado perdurable de Albert Einstein

David Gross

*Universidad de California, Santa Bárbara, Estados Unidos*

Este año celebramos los 100 años de la Teoría de la Relatividad General y a la vez llegamos a observar por primera vez las ondas gravitacionales, por eso en mi charla discutiré acerca del legado perdurable de Einstein. La revolución Einsteniana cambió para siempre la forma en la que pensamos sobre el espacio-tiempo y el universo y aún da forma a las investigaciones actuales en la frontera de la física fundamental y la cosmología.

# CHARLA INFORMATIVA

## MIÉRCOLES 05

Charla Informativa 17:00–18:00 hs. Anfiteatro A1

### El Proyecto Laboratorio Argentino de Haces de Neutrones del Reactor RA-10

Gabriela Aurelio

*Comisión Nacional de Energía Atómica*
*Centro Atómico Bariloche, Río Negro*

El RA-10 es un reactor nuclear multipropósito desarrollado por CNEA que será construido en el Centro Atómico Ezeiza, con el objeto de (i) producir radioisótopos, (ii) ensayar nuevos combustibles y materiales nucleares, y (iii) proveer haces de neutrones para investigación básica y aplicaciones tecnológicas. El proyecto para la construcción del reactor RA-10 se encuentra en avanzado estado de ejecución y su puesta en marcha se prevé para el año 2019. En forma complementaria, en 2015 se ha iniciado en CNEA el proyecto "Laboratorio de Uso de Haces de neutrones del reactor RA-10" (LAHN), destinado a implementar instrumentos de última generación que permitan explotar los haces de neutrones que producirá el reactor, así como formar una comunidad de futuros usuarios y operadores de dichas instalaciones.

En esta charla describiremos el estado actual del proyecto, con especial énfasis en las prestaciones de los instrumentos de la fase inicial. Éstos son un difractómetro multipropósito y un tomógrafo neutrónico, ambos orientados a estudios científicos y tecnológicos dentro de la ciencia y tecnología de los materiales. Se presentará además el plan de capacitación de recursos humanos y de consolidación de una comunidad de usuarios de técnicas neutrónicas; comentando el estado actual de las iniciativas comenzadas y de aquellas programadas para el próximo año, y dando difusión a las oportunidades de formación y de cooperación nacional e internacional en el uso de técnicas neutrónicas en los diferentes laboratorios del mundo.

# PRESENTACIÓN DE LIBRO y CHARLA

## MIÉRCOLES 05

Presentación de Libro 19:00–19:30 hs. Anfiteatro A1

**Presentación del libro: "Electromagnetismo Elemental"**

Juan G. Roederer, Editorial EUDEBA

Charla 19:30–20:30 hs. Anfiteatro A1

**Bocaditos Electromagnéticos: Cosas que no suelen estar en los libros de texto**

Juan G. Roederer

*Geophysical Institute*
*University of Alaska Fairbanks*

Este año la República cumple 200 años de independencia -el electromagnetismo también (dependiendo un poco de cómo se lo define). Esta disciplina ha sobrevivido intacta todas las grandes revoluciones -tanto la carga eléctrica elemental como la velocidad de propagación de información electromagnética en el vacío siguen inmutables como constantes absolutas. Fue la venerable mecánica la que ha debido ajustarse a las realidades electromagnéticas. Por todo esto, la comprensión de conceptos y relaciones fundamentales del electromagnetismo por parte del estudiante son de importancia capital para su futura actividad profesional.

Hay ciertos aspectos que, desde el punto de vista pedagógico, merecen atención especial, pero que no siempre son mencionados en los libros de texto. Discutiré ejemplos concretos, entre los que figurarán: 1) el significado físico "local" (en términos de causa-efecto) de las ecuaciones de Maxwell; 2) el significado físico "no-local" de las relaciones integrales del campo electromagnético y el rol del principio de conservación de la carga eléctrica; 3) reformulación de las ecuaciones de Maxwell para poner en evidencia el concepto de propagación de una perturbación electromagnética; 4) límites del concepto Maxwelliano mecanicista del campo electromagnético y significado físico (no matemático) de los potenciales escalar y vectorial; 5) el concepto de energía en interacciones electromagnéticas y posibilidades de reformulación del electromagnetismo sin el concepto campo; 6) uso y abuso del concepto de "movimiento" de las líneas de campo magnético en física de plasmas.

# DIVISIONES: CHARLAS DE INTERÉS GENERAL

# ENSEÑANZA DE LA FÍSICA

## MARTES 04

Conferencia Invitada 14:30 hs Anfiteatro B3

### La Enseñanza de la Física ¿Nos debe importar?

Dr. Genaro Zavala
*Director de Innovación Educativa, Escuela de Ingeniería y Ciencias Tecnológico Monterrey*

"Hace más de 40 años se hicieron los primeros trabajos formales de las dificultades de estudiantes universitarios en el aprendizaje de la física que dieron pie a la fundación de lo que hoy se conoce como Investigación en la Educación de la Física (en inglés "Physics Education Research"). Desde entonces físicos que inicialmente su preparación fue en temas de física empezaron a dedicarse a la investigación sobre el aprendizaje de esta ciencia y empezaron a usar la misma rigurosidad que se hace en temas de física en sus investigaciones. El resultado es que esta área de investigación (definida por la APS, American Physical Society, como un área de la física) ha ido madurando a través de los años produciendo conocimiento que no sólo ha sido importante en el avance de la misma área sino también ha tenido consecuencias en el salón de clases. Mi plática va dirigida a profesores de física con la intención de ofrecerles un panorama de lo que es en este momento PER, cuáles son sus líneas de investigación, sus preguntas de investigación y sus más recientes resultados. Además, me interesa hacerlos reflexionar sobre la importancia (o no) de que nuestros alumnos, independientemente que sean alumnos de las carreras de física o no, aprendan la estructura, los conceptos y las relaciones en física que en este momento no se aprenden. Al final de la sesión pienso dejar claro que todos podemos contribuir en cierta manera al avance no sólo de la física, sino también de la diseminación de la física."

Conferencia en el marco del plan 70/100/200 17:30 hs Aula Magna
Universidad Tecnológica Nacional Regional Tucumán, Rivadavia 1050

### Las Ciencias y su enseñanza

Dr. Genaro Zavala
*Director de Innovación Educativa, Escuela de Ingeniería y Ciencias Tecnológico Monterrey*

En esta plática haré que la audiencia se cuestione desde qué es la ciencia, cómo se hace hasta cómo se aprende para introducirlos al extremadamente complejo mundo de la educación de las ciencias. Presentaré evidencias que indican que, en efecto, la educación de las ciencias es compleja y que esta complejidad no es específica de una región, sino más bien un asunto global. Al final de la plática argumentaré sobre algunas maneras en que podemos nosotros los profesores contribuir con nuestra práctica docente para contribuir a que este problema en nuestro entorno no se incremente.

# INDUSTRIA Y TECNOLOGÍA

## MIÉRCOLES 05

Charla Tutorial 14:30 – 15:15 hs Luminotecnia

### Tutorial I: Protección de los resultados de Investigación. Patentes

Picasso R[1]

[1] *Dirección de Vinculación Tecnológica - CONICET, Polo Científico Tecnológico, Buenos Aires*

En esta presentación tutorial se definirán y describirán los aspectos más importantes en relación a la protección de los resultados que derivan de una investigación o desarrollo. Qué es una patente?, su marco legal, requisitos de patentabilidad y exclusiones. Se describirá el procedimiento para patentar una invención y las estrategias de patentamiento. Patentar o publicar o patentar y publicar?. Estructura del Documento de una patente. Cuándo conviene patentar?.

Charla Tutorial 15:15 – 16:00 hs Luminotecnia

### Tutorial II: Desarrollo de laboratorios de calibración en base a los requisitos de la norma ISO/IEC 17025. La experiencia del INTI

Kornblit F[1]

[1] *Instituto Nacional de Tecnología Industrial, Física y Metrología*

La industria requiere una red robusta de laboratorios de calibración que puedan asegurar la trazabilidad metrológica de una gran variedad de instrumentos de medición. Para cubrir esta necesidad, el INTI creó y desarrolla la red SAC de laboratorios supervisados, que hoy día calibra cerca de 30000 instrumentos y patrones de medida al año y se encuentra en franco crecimiento. Estos laboratorios han implantado sistemas de gestión de acuerdo a la Norma ISO/IEC 17025 y su competencia técnica es evaluada continuamente.

Un objetivo estratégico para la red SAC es la incorporación de laboratorios pertenecientes a universidades y centros de investigación, en la medida en que esto puede aportar a una mejora del vínculo entre el sistema I+D+i y la industria en general.

En la charla se describirán algunas experiencias en relación al desarrollo de laboratorios de calibración y a la implantación de sistemas de gestión ISO/IEC 17025

## JUEVES 06

Premio 15:10 – 15:40 hs Luminotecnia

**1er Premio al desarrollo tecnológico innovador orientado a la industria**

Premio 15:40 – 16:10 hs Luminotecnia

**2do Premio al desarrollo tecnológico innovador orientado a la industria**

# MATERIA CONDENSADA BLANDA

## JUEVES 06

Charla de Puertas Abiertas 15:30 – 16:15 hs Anfiteatro A2

**Materia Blanda en todos lados y para tod@s: desde nuestro dentífrico diario y las cervezas con amig@s hasta sorprendentes innovaciones tecnológicas en salud, hogar y ambiente**

Comité DMB

¡Están tod@s invitad@s!

¡Se invita especialmente a jóvenes estudiantes de grado!

# DIVISIONES: PRESENTACIONES ORALES

# ENSEÑANZA DE LA FÍSICA

## JUEVES 06

EF1 14:30 – 14:50 hs Anfiteatro B3

### Proyecto INVOFI: Sensores asistidos por computadoras para la motivación y el aprendizaje de contenidos científicos

Saldis N E[1],Gómez M M[1]

[1] *Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales - Universidad Nacional de Córdoba*

Estudios realizados por el equipo que presenta este artículo comprobaron la existencia de un estudio superficial y compartimentado de los contenidos de Matemática, Física y Química en estudiantes secundarios, que luego carecen de sustento para relacionar asignaturas científicas y desarrollar estudios superiores. Esto se veía reflejado en los inconvenientes que presentaban los estudiantes al resolver situaciones problemáticas, identificar variables, trazar gráficas o escribir una ecuación que represente matemáticamente un proceso físico o químico, conduciéndolos a desaprobar las asignaturas y desinteresarse en los fenómenos y cálculos. Desde la Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba, se propuso replantear metodologías de enseñanza desde la interdisciplinariedad de contenidos y brindar, por segundo año consecutivo, una innovación a los fines que los estudiantes encuentren significado en los conceptos que se les ofrece. Se planteó la modalidad b-learning con un enfoque constructivista, colaborativo y mediado. Se diseñaron experiencias atractivas para los estudiantes utilizando sensores multiparamétricos de temperatura, presión, pH, luz, sonido, humedad, y de alcohol que permitieran generar gráficas en tiempo real de fenómenos puestos a prueba en el laboratorio y su posterior análisis mediado y colaborativo por Whatsapp y un aula virtual desde Moodle. Con fondos aportados por AFA a través de su programa INVOFI se trabajó con ochenta y siete estudiantes de dos colegios secundarios de Córdoba, Argentina: el tradicional Colegio Nacional de Monserrat y el Instituto Domingo Zípoli con especialidad en dirección coral. Primeramente se realizó la capacitación a docentes de ambos colegios para luego compartir con ellos y los estudiantes las experiencias de laboratorio. Trabajaron en 8 grupos; cada uno de ellos registró diferentes variables a partir de experiencias tales como medición de presión que ejerce el dióxido de carbono producido en la fermentación de azúcar por acción de levaduras en recipientes estancos, mientras que con la misma experiencia otro grupo registró la concentración de vapor de alcohol etílico formado; la variación de la temperatura en la transformación exotérmica generada al volcar ácido sulfúrico en agua, y en otra endotérmica como la producida al disolver nitrato de potasio en agua; la intensidad del sonido producida en diferentes espacios de las escuelas, la intensidad de luz generada en la combustión del magnesio, la variación de humedad que acompaña un ambiente con y sin plantas, y la modificación del pH de diferentes soluciones. A partir de estas experiencias, se obtuvieron los datos en forma de tabla y gráfico para luego pasar a construir modelos matemáticos simples que permitieron la predicción del fenómeno, acercándonos así a la práctica laboral cotidiana de los investigadores y personal especializado. Para ello, se utilizó el programa Capstone que permitió obtener y procesar datos en tiempo real e intervenir en las funciones matemáticas. Seguidamente, cada uno de los grupos de trabajo, y luego de una búsqueda de información, respondió una serie de preguntas críticas a los fines de resolver ciertas situaciones

problemáticas construidas especialmente. El cierre de las actividades se concretó en sendos plenarios en ambos colegios donde los estudiantes expusieron sus conclusiones y el tratamiento de los conceptos trabajados. Cabe acotar que además se propició un intercambio cultural ya que los estudiantes del Zípoli realizaron una visita guiada por el edificio del Colegio Monserrat que es Patrimonio Histórico de la Humanidad conducidos por los propios estudiantes de este colegio y luego los alumnos del Monserrat concurrieron al Zípoli, donde presenciaron un concierto didáctico interpretado por los estudiantes instrumentistas y cantantes. En la evaluación de los resultados, el análisis de los informes presentados por los estudiantes y las exposiciones orales evidenciaron la integración de contenidos en respuesta a las situaciones problemáticas, el uso de vocabulario técnico, programas informáticos y modelos adecuados mejorando la escritura y la interpretación de fórmulas y ecuaciones. Más de dos mil entradas en los foros del aula virtual propiciaron la construcción colectiva del conocimiento, aportando visiones diversas de los fenómenos en estudio.

**Contacto:** Nancy Edith Saldis, nancyesaldis@yahoo.com.ar

EF2 14:55 – 15:15 hs Anfiteatro B3

## Diseño de equipamiento didáctico en la carrera de Diseño Industrial

Elizalde E[1],Iglesias A[1]

[1] *Facultad de Arquitectura Diseño y Urbanismo - Universidad Nacional del Litoral*

La formación en física de los futuros diseñadores industriales constituye en Argentina un campo fértil para la investigación en educación en física. En el plan de estudios de dicha carrera, Física junto a Matemática conforman las bases científicas del Área de Tecnología.

El diseñador se caracteriza por realizar un abordaje creativo y fuertemente empírico de los problemas técnicos que debe resolver. La formación en Física de este profesional contribuye a su pensamiento científico al mismo tiempo que aporta múltiples insumos para la síntesis de nuevas ideas, incluyendo valores estéticos.

En términos concretos, el principal aporte de la Física consiste en brindar herramientas que permitan hacer más eficiente el método de prueba y error. El conocimiento de las leyes básicas de la física permite, por un lado, plantear situaciones ideales a las cuales se debe tender con el diseño y, por el otro, descartar rápidamente ideas que no sean factibles desde el punto de vista físico.

Si bien siempre se trata de diseñar estrategias que conlleven a un aprendizaje significativo por parte de los estudiantes, la Enseñanza Tradicional, basada en la resolución de problemas que plantean situaciones idealizadas donde se conocen los valores de todas las variables involucradas, resulta adecuada pero insuficiente para las expectativas, demandas y necesidades de los estudiantes de Diseño Industrial. Existe así una brecha entre un problema de 'guía' y un problema 'real', tal y como lo expresan los alumnos.

En este trabajo presentamos una propuesta para zanjar esta brecha. La propuesta consiste en mantener la estructura tradicional de teoría y problemas pero innovando en las clases de Trabajo Práctico. Utilizando herramientas didácticas propias de los Talleres de Diseño Industrial e inspirados en los Tutoriales para Física Introductoria, se les propone a los estudiantes diseñar equipamiento didáctico para la enseñanza de física.

De esta forma los estudiantes indagan en los conceptos físicos al tomar el rol de diseñadores, investigando y analizando los requerimientos que debe tener el objeto (forma, materiales, costo, ergonomía, etc). Se presentan resultados de dos años de dictado de esta modalidad.

**Contacto:** Emanuel Elizalde, emanuel.elizalde@santafe-conicet.gov.ar

EF3 15:20 – 15:40 hs Anfiteatro B3

## Física Computacional en el Nivel Medio: Una experiencia con oscilaciones forzadas y amortiguadas

Silva C M[1 2]

[1] *Instituto Politécnico Superior "Gral. San Martín" - Universidad Nacional de Rosario*

[2] *Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura - Universidad Nacional de Rosario*

El uso de nuevas tecnologías en el aula y el aprendizaje de la programación a temprana edad se han vuelto, en los últimos años, una política de estado en Argentina y en otros países de Latinoamérica. Sin embargo, estas políticas no han tenido un fuerte impacto en el ámbito de la enseñanza de las ciencias. El uso de simulaciones en clases, aunque muy extendido como lo muestra la literatura y con resultados realmente significativos, se presenta muy a menudo como un compendio de problemas casi cerrados donde los grados de libertad de la interacción entre el usuario y el programa están restringidos según los propios objetivos del autor.

Un punto de vista emergente en la didáctica de las ciencias naturales es la enseñanza basada en modelos. De acuerdo con esta concepción, los alumnos deberían involucrarse en investigaciones y problemas científicos escolares para que que puedan desarrollar formas de pensar y aprender, semejantes a las formas científicas de pensar e investigar. Desde este punto de vista, la Física Computacional debería ser incluída en la enseñanza de la física en la escuela media. Esto es claro si se entiende que, en el trabajo científico, la computadora es no solo una herramienta, sino también un laboratorio, y es innegable hoy en día su importancia en la construcción del conocimiento científico.

En este trabajo se presenta el relato de una experiencia de Física Computacional en un curso de Quinto Año de una Escuela Técnica Preuniversitaria. En ella, los alumnos programaron una simulación para resolver problemas de oscilaciones amortiguadas y forzadas. Luego pudieron experimentar sobre sus propias simulaciones variando parámetros y llegaron a apreciar el fenómeno de resonancia. Se contrastan los resultados con el enfoque con el que se presentaba el tema anteriormente, el cual era mayormente teórico, y se analizan las ventajas y desventajas de este nuevo enfoque.

**Contacto:** Carlos Mauricio Silva, carlosmauriciosilva@gmail.com

EF4 15:45 – 16:05 hs Anfiteatro B3

## Aplicaciones complementarias de la práctica de medición de la carga específica del electrón.

Ovejero M[1],Figueroa C[2],Brizuela H[2]

[1] *Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán*

[2] *Laboratorio de Fisica del Solidos, Dpto. Fisica, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán*

En la práctica de medición de la carga específica del electrón, e/m, común en los laboratorios de Física de los ciclos básicos universitarios, se dispara un haz de electrones dentro una ampolla que contiene helio a baja presión, inmersa en un campo magnético uniforme conocido. Los electrones describen una trayectoria circular, que se hace visible por la emisión de luz proveniente de la interacción con el helio. A partir de la medición del radio de dicha trayectoria, de la intensidad del

campo y de velocidad de los electrones es posible estimar un valor de la razón e/m. En el presente trabajo, continuación de otro anterior (100a RAFA, 2015), se propone un método teórico-práctico para calcular la intensidad de corriente del haz de electrones. A partir de fotografías digitales, se realizan mediciones de la intensidad luminosa absoluta por medio de un método comparativo. Utilizamos estas mediciones para estimar la intensidad de corriente del haz de electrones y luego ajustar estos datos con estimaciones obtenidas a partir de un modelo teórico de la dinámica del mismo, que también permite calcular la sección eficaz de interacción electrón-helio. Los objetivos son esencialmente didácticos, y apuntan tanto a refinar el control de supuestos sobre los que se basa la práctica de e/m, como a dar una introducción a la interacción de un haz da partículas con un gas neutro.

**Contacto:** Horacio Brizuela, yutokas@gmail.com

EF5 16:10 – 16:30 hs Anfiteatro B3

## Determinación de parámetros de calidad de Cuerdas de Guitarra en Diferentes Guitarras Eléctricas.

Carla B[1],Riccardo J J[1],Delgado Mons R[1],de Rosas J P[2 1],Olivares J[1],Pennna A[1],Carlos Z[1],Ferreyra F[1],Nazarro M[1]

[1] *Departamento de Física, Facultad de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales - Universidad Nacional de San Luis*

[2] *Grupo de Estudios Ambientales, Instituto de Matemática Aplicada San Luis, Universidad Nacional de San Luis, CONICET, Ejército de los Andes 950, 5700 San Luis*

Los modelos de guitarra eléctrica disponibles en el mercado presentan grandes diferencias de construcción, lo que conlleva grandes diferencias en el sonido. En la la comunidad de guitarristas existen ciertos supuestos sobre las características principales del sonido de cada modelo de guitarra.

En este trabajo se analizan, mediante la transformada de Fourier, las señales provenientes de varios modelos de guitarra de uso extendido entre la comunidad de guitarristas, buscando correlaciones entre los resultados del análisis de señales y lo que la comunidad de músicos asume en su doxa.

**Contacto:** Julian Jose Riccardo, julianriccardo@gmail.com

# FÍSICA ATÓMICA Y MOLECULAR

## MARTES 04

FAyM1 14:00 – 14:30 hs Anfiteatro B2

### Ionización atómica por láseres de dos colores con control de fase coherente e interferencia cuántica

Arbó D[1],López S[1]

[1] *Instituto de Astronomía y Física del Espacio, CONICET-UBA*

Se presentará un análisis teórico como así también resultados experimentales de ionización atómica por pulsos láser linealmente polarizados de dos colores de frecuencias conmensurables. En este caso, el campo eléctrico dependiente del tiempo está determinado no sólo por la intensidad y frecuencia sino también por la fase relativa entre los dos colores. Mostraré cómo se pueden usar los láseres de dos colores de frecuencia fundamental y su primer armónico para modelar la forma del campo láser y controlar los tiempos de emisión de los paquetes de onda a una escala de los attosegundos. Se producen efectos de interferencias cuánticas que se pueden entender como la superposición coherente de trayectorias electrónicas emitidas dentro de un mismo ciclo óptico del pulso láser (intraciclo) superpuesta a la interferencia proveniente de distintos ciclos ópticos (interciclo) [1-3]. Mostraré cómo las interferencias intra- e interciclo aparecen naturalmente en la ionización por pulsos de dos colores y cómo se usan los láseres de dos colores de frecuencias conmensurables para aislar las interferencias intraciclo en mediciones de espectros de momentos para He y Ne explotando la insensibilidad de las contribuciones interciclo a la forma del campo láser.

[1] X. Xie et al. Phys. Rev. Lett. 108 193004 (2012).
[2] D. G. Arbó et al. Phys. Rev. A 89 043414 (2014).
[3] D. G. Arbó et al. Phys. Rev. A 92, 023402 (2015).

**Contacto:** Diego Arbó, diego@iafe.uba.ar

FAyM2 14:30 – 15:00 hs Anfiteatro B2

### Sobre el origen de propiedades magnéticas atómicas y moleculares en un marco relativista

Aucar G A[1]

[1] *Departamento de Física - FCENA-UNNE e Instituto IMIT - Corrientes*

La búsqueda de un formalismo basado en la QED (y luego en la QFT) que diera bases sólidas a toda el área de la física atómica y molecular estuvo implícita desde los origenes de la teoría cuántica. En años recientes se hizo evidente la enorme dificultad que subyace en la propuesta de un hamiltoniano N-electrónico que esté adecuadamente definido dentro de un marco relativista, al igual que la que se refiere a cómo introducir la correlación electrónica debida a los electrones descriptos por estados de energía negativa. A su vez resulta aún más dificil proponer una relación adecuada entre la correlación electrónica y las correcciones radiativas de QED. Estos son solo algunos de los problemas básicos que deben aún resolverse dentro de la descripción de

la física cuántica mediante funciones de onda, antes de que se pueda completar el programa de investigación fundamental mencionado arriba.

El formalismo de propagadores de polarización [1, 2] es una teoría alternativa y equivalente a la de funciones de onda que permite estudiar propiedades atómicas y moleculares dentro de los regímenes relativista y no relativista, NR. Es más, aplicando propagadores de polarización relativistas se lograron nuevos entendimientos sobre la física que da origen a las propiedades magnéticas. Por ejemplo, el hecho de que las contribuciones dia y paramagnéticas que se originan en mecanismos electrónicos completamente diferentes dentro del régimen NR se unifican al ser estudiadas mediante propagadores de polarización relativistas. Ambas se deben a un mismo mecanismo cuyo origen no está aún bien entendido. Tal vez una de las razones de esto tenga que ver con nuestra "forma no relativista de pensar". Se hace muy dificil adquirir intuiciones físicas sobre las propiedades magnéticas sin tener que pasar de un formalismo de cuatro a otro de dos componentes, es decir, sin tener que describirlas dentro de un marco teórico no relativista.

En esta presentación daré algunas ideas sobre cuan lejos se puede ir actualmente trabajando con propagadores de polarización relativistas [3], y sobre los nuevos entendimientos que se pueden adquirir del origen electrónico de propiedades atómicas y moleculares, de moléculas que contienen átomos pesados. En particular los que tienen que ver con efectos como: tamaño nuclear, correlación electrónica y QED. Tambien mostraré algunas de las características particulares de las contribuciones para y diamagnéticas y la novedosa relación existente entre los tensores adaptados a la simetría de espín y los adaptados a la simetría temporal. Me concentraré en el tratamiento de los parámetros espectroscópicos de la RMN. Mostraré resultados novedosos de estudios de apantallamientos y de acoplamientos indirectos entre espínes nucleares. La mayoría de las otras propiedades de respuesta se pueden tratar de un modo similar al que se describirá en esta presentación.

Referencias:

[1] J. Oddershede, P. Jørgensen y D. Yeager, Comput. Phys. Rep., 2 (1984) 33.

[2] G. A. Aucar, R. H. Romero y A. F. Maldonado, Int. Rev. Phys. Chem. 29,

FAyM3 15:00 – 15:30 hs Anfiteatro B2

## Fotoionización de moléculas de agua mediante attopulsos asistidos por láseres en el infrarrojo cercano

Martini L[1],Boll D I R[1],Fojón O A[1]

[1] *Instituto de Física de Rosario, CONICET-UNR*

Debido a que la materia orgánica está compuesta mayoritariamente por agua, la comprensión cabal de las reacciones que involucran dicha molécula son esenciales para el entendimiento de la interacción entre la radiación y el tejido biológico. En este trabajo, estudiamos teóricamente la fotoionización de moléculas de agua mediante attopulsos en el extremo ultravioleta (XUV) asistidos por láseres en el rango del infrarrojo cercano (NIR).

En primer lugar, obtenemos las secciones eficaces monocromáticas en el marco de la aproximación dipolar y en el gauge velocidad. Usamos un modelo simple donde la función de onda del estado final está dada por una función de onda del continuo coulombiano y empleamos diferentes representaciones para los orbitales de la molécula de $H_2O$. Calculamos secciones eficaces múltiple diferenciales para moléculas fijas en el espacio analizando los efectos de las orientaciones. Comparamos nuestras predicciones con resultados teóricos más elaborados y resultados experimentales obtenidos por otros autores [1-4]. Se obtiene un acuerdo razonable con los datos experimen-

tales disponibles especialmente a energías lo suficientemente altas donde hay una ausencia de resultados elaborados debido a su alto costo computacional.

En segundo lugar, consideramos la reacción de fotoionización mediante attopulsos XUV asistidos por láseres NIR. Analizamos las distribuciones angulares para diferentes desfasajes entre el attopulso y el campo láser asistente. Comparamos nuestras predicciones para agua y átomos de Ne ya que pertenecen a la misma serie isoelectrónica. Además, contrastamos nuestros cálculos con resultados experimentales y teóricos previos para átomos de Ar debido a la similitud de los orbitales involucrados en la reacción [5]. Para esto, usamos un modelo en el que la evolución temporal del sistema puede ser dividida en tres etapas y permite la separación espacial y temporal de la función de onda del estado final de Coulomb y Volkov. Los observables son calculados en el marco de una aproximación no relativista y no perturbativa. Es de esperar que estas tareas promuevan un avance sobre el control de la reactividad química de moléculas de agua brindando un avance en la comprensión de la deposición de energía en la irradiación de la materia viviente durante intervalos de duración muy breves.

[1] I Cacelli et al, J. Chem. Phys. 85 (1986) 7038
[2] I Cacelli et al, J. Chem. Phys. 97 (1992) 320
[3] LE Machado et al, J. Chem. Phys. 92 (1990) 2362
[4] M Stener et al, J. Phys. B 33 (2000) 1081
[5] DIR Boll and OA Fojón, arXiv:1512.05846v1 (2015)

**Contacto:** Lara Martini, laramartinirivero@gmail.com

# JUEVES 04

FAyM4 14:30 – 15:00 hs Anfiteatro B2

## Hyperpolarización con Parahidrógeno en campos inhomogéneos usando espectroscopía-J en RMN: minimizando la acumulación de errores

Buljubasich L[1 2],Prina I[2],Acosta R H[1 2]

[1] *Instituto de Física Enrique Gaviola de Córdoba, CONICET-UNC*

[2] *Facultad de Matemática Astronomía y Física - Universidad Nacional de Córdoba*

En los últimos tiempos, la hyperpolarización con Parahidrógeno se ha vuelto una de las más populares técnicas de hyperpolarización en RMN. Cuando la reacción química que trans?ere los protones del parahidrógeno a la molécula de destino se produce en presencia del mismo campo magnético (generalmente alto) en el cual se adquiere el espectro de RMN, el experimento recibe el nombre de PASADENA [1]. En tales experimentos, una de las características más marcadas del espectro es la presencia de picos en antifase; ésto es, algunos picos del multiplete tienen intensidad positiva mientras que otros poseen intensidad negativa. Debido a la exigua separación etre los picos, del orden de Hz (los valores típicos de la constante son $J \sim 10$ Hz), las inhomogeneidades de campo magnético producen una cancelación parcial de los picos. Dicha cancelación puede ser muy grande y aparece como un obstáculo que limita la aplicación de la técnica.

Por otro lado, en las décadas del 60' y 70' se introdujo lo que dió en llamarse espectroscopía-J, que reemplaza el uso de un único pulso de radiofrecuancia por un tren de pulsos orientados a

refocalizar las inhomogeneidades de campo [2-4]. Llamativamente, a finales de los 70' la técnica cayó en desuso, con el advenimiento de nuevas tecnologías aplicadas a los imanes superconductores. Sin embargo, las inhomogeneidades producidas por cualquier tipo de setup que se agregue al experimento no se remueven con imanes inherentemente más homogeneos, y los experimentos del tipo PASADENA siguen siendo limitados en resolución.

Años atrás, en nuestro grupo re-introdujimos la espectroscopía-J con algunas modificaciones para mejorar la performance durante la hiperpolazación con PHIP [5]. Además, demostramos que en éste tipo de experimentos aparece un condimento especial, la separación de diferentes tipos de señales, que vuelve a poner a la antigua técnica en actividad [6], incluyendo la extensión a campos más bajos y por ende más inhomogéneos [7].

En éste trabajo, presentaremos un análisis de errores de ésta secuencia y algunas de sus variantes. En 1990, Guillón et al. [8] describieron la mejor forma de utilizar un tren de pulsos de refocalización para minimizar errores. Su análisis en el dominio temporal, busca prolongar lo más posible el tiempo de relajación transversal. Nuestro análisis, por el contrario, se desarrolla en el dominio de frecuencias, apuntando a minimizar las distorsiones en los espectros-J, y revelan que la mejor forma de obtener información fidedigna es precisamente la que se desecha en el artículo de 1990. De esa forma ambos trabajos son complementarios, según se quiera trabajar en eo dominio temporal o de frecuencias. Los resultados con muestras térmicamente polarizadas e hiperpolarizadas serán presentados junto a una colección de simulaciones numéricas que confirman nuestras conclusiones.

Referencias:

[1] Bowers C.R. and Weitekamp, D.P., Phys. Rev. Lett. **57**, 2645 (1986); Russell, C. and Weitekamp, D. P., J. Amer. Chem. Soc. **109**, 5541-5542 (1987).
[2] Allerhand, A., J. of Chem. Phys. **44** (1966).
[3] Freeman, R. and Hill H. D. W, J. Chem. Phys. **54** (1971).
[4] Vold, R. L. and Vold, R. R., J. Magn. Res. **13**, 38-44 (1974).
[5] Buljubasich, L., Prina, I., Franzoni, M.B., Munnemann, K.,Spiess, H.W. and Acosta, R.H., J. Magn. Reson. **230**, 155 (2013).
[6] Prina, I., Buljubasich, L. and Acosta, R.H., J. Phys. Chem. Lett. **4**, 3924 (2013).
[7] Prina, I., Buljubasich, L. and Acosta, R.H., J. Magn. Reson. **251**, 1-7 (2015).
[8] Gullion, T., Baker, D.B. and Conradi, M.S., J. Magn. Reson. **89** 479-484 (1990).

**Contacto:** Lisandro Buljubasich Gentiletti, lbuljubasich@gmail.com

FAyM5 15:00 – 15:30 hs Anfiteatro B2

## Estudio de Propiedades Magnéticas en Sistemas de Mediano y Gran Tamaño que poseen Enlaces de Hidrógeno

Martínez F A[1 2],Aucar G A[1 2]

[1] *Instituto de Modelado e Innovación Tecnológica (CONICET-UNNE)*

[2] *Departamento de Física-FaCENA-UNNE*

Los enlaces de hidrógeno, EH, son cruciales para la estabilización de las estructuras biomoleculares, están presentes en la mayoría de las reacciones en que intervienen moléculas biológicas y juegan un rol importante en la definición de sus propiedades. A su vez los EH, poseen características novedosas e intensamente estudiadas en cuanto a su grado de participación y de relevancia en la transmisión o contribución en propiedades magnéticas. Su importancia para la comunicación remota en nano-interruptores basados en fragmentos de ADN, indica que los efectos cooperativos

y de conjugación de carga deberían ser quienes potencian y hagan así posible dicha comunicación. Este tipo de cuestiones pueden ser abordados mediante el cálculo de los parámetros espectroscópicos de la RMN, los cuales dentro del régimen no relativista tienen características particulares. La inclusión de los efectos de la correlación electrónica es de fundamental importancia cuando se pretenden describir los acoplamientos indirectos entre espines nucleares. Sin embargo, su inclusión adecuada mediante métodos ab initio es sólo posible de manera restringida a sistemas moleculares que contienen un número reducido de átomos. Se van a exponer de manera sintética resultados preliminares y metodologías que actualmente están siendo empleadas en nuestro grupo de trabajo, para estudiar estos fenómenos en sistemas moleculares de mediano y gran tamaño.

FAyM6 15:30 – 16:00 hs Anfiteatro B2

## Interferencia intraciclo en la ionización atómica por pulsos XUV en presencia de un láser

Gramajo A A[1],Della Picca R[1],Arbó D[2]

[1] *Centro Atomico Bariloche - Comisión Nacional de Energía Atómica*

[2] *Instituto de Astronomía y Física del Espacio, CONICET-UBA*

Estudiamos la ionización de un átomo de hidrógeno por un pulso XUV linealmente polarizado en presencia de un láser intenso IR. Cuando la duración del pulso XUV es más largo que el período del campo láser, da lugar a la formación de bandas laterales (sidebands) en el espectro del fotoelectrón, que consisten en una secuencia de líneas equi-espaciadas con separación igual a la energía del fotón del láser. Describimos este espectro como un problema de interferencia en el dominio temporal. Las trayectorias del electrón provenientes de diferentes ciclos ópticos (interferencia interciclo) del láser dan lugar a dichos picos de energía de bandas laterales, las cuales están moduladas por una estructura más grande proveniente de la interferencia de dos trayectorias del electrón que nacen durante el mismo ciclo óptico del láser (interferencia intraciclo). Hacemos uso de un modelo semiclásico simple que ofrece la posibilidad de establecer una conexión entre los tiempos de emisión y el espectro del fotoelectrón en el dominio de energía. Comparamos este resultado semiclásico con la aproximación de campo fuerte y la solución ab initio de la ecuación de Schrödinger dependiente del tiempo. Analizamos tales estructuras como una función del tiempo de retraso (delay) entre los pulsos XUV e IR y también como función de la intensidad del láser.

**Contacto:** Ana Alicia Gramajo, gramajo.anaalicia@gmail.com

FAyM7 16:00 – 16:30 hs Anfiteatro B2

## Asamblea de la División

# FÍSICA DE LA TIERRA, EL AGUA Y LA ATMÓSFERA

## MARTES 04

FTAyA1 14:00 – 14:20 hs Anfiteatro B1

### Generación de ondas planetarias en la media atmósfera del hemisferio Sur: Análisis espectral y dos casos de estudio

Rodas C J F[1],Pulido M[1 2]

[1] *Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura - Universidad Nacional del Nordeste*

[2] *Instituto de Modelado e Innovación Tecnológica, CONICET-UN del Noreste*

Se realiza un análisis de los mecanismos de generación de ondas planetarias en la media atmósfera y su impacto en la circulación general del hemisferio Sur utilizando los datos de reanálisis del MERRA (Modern-Era Retrospective Analysis for Research and Applications, NASA) entre 1991 y 2010. Se identifica en la media 1991-2010 de los espectros de la actividad ondulatoria que ocurre de Abril a Octubre en alturas entre 2hPa a 0.1 hPa (alta estratósfera - baja mesósfera), picos espectrales en altas latitudes en períodos y números de ondas que se condicen con los modos inestables barotrópicos: un pico con número de onda $1$ y período de $3{,}8$ dias, otro pico con número de onda $2$ y período de $1{,}8$ dias y otro con número de onda $3$ y período de $1,2$ dias. En los meses de Julio y Agosto las contribuciones de la inestabilidad con los períodos mencionados dominan la divergencia de flujo de Eliassen-Palm, produciendo períodos de forzados positivos en el jet polar nocturno. Se examinan además las características espectrales y los flujos de Eliassen-Palm de dos casos particulares paradigmáticos que ocurren en 0,7 hPa y $64^o$ S en Julio de 2008 y en 2 hPa y $77^o$ S en Julio de 1996.

**Contacto:** Claudio Jose Francisco Rodas, rodas_314@yahoo.com.ar

FTAyA2 14:20 – 14:40 hs Anfiteatro B1

### Crecimiento de grano en hielo polar con partículas móviles usando el método Montecarlo en 3D

Achával P I[1],Seiler N[1],Di Prinzio C L[1 2]

[1] *Facultad de Matemática Astronomía y Física - Universidad Nacional de Córdoba*

[2] *Instituto de Física Enrique Gaviola de Córdoba, CONICET-UNC*

En este trabajo se presenta un modelo de simulación de crecimiento de grano con partículas móviles en tres dimensiones usando el método Monte Carlo aplicado a hielo polar. Se estudió el efecto de la concentración y el tamaño de las partículas sobre el tamaño de grano. En general, se pudo observar la migración de las partículas hacia los bordes de grano y el frenado que las mismas producen sobre el movimiento de los límites de grano. También se observó a tiempos largos un efecto de liberación de los bordes de grano respecto a las partículas. Finalmente, se presenta un estudio de la in?uencia del tamaño y concentración de las partículas sobre el crecimiento de grano de hielo polar.

**Contacto:** Pastor Ignacio Achával, pachaval@gmail.com

FTAyA3 14:40 – 15:00 hs Anfiteatro B1

## Energía Superficial relativa del borde de grano en Hielo Puro

Stoler Flores D[1],Druetta E[1],Di Prinzio C[2 1]

[1] *Facultad de Matemática Astronomía y Física - Universidad Nacional de Córdoba*

[2] *CONICET*

En este trabajo se midió la energía relativa del borde de grano (BG) ($\gamma_{bg}$ energía del BG y la $\gamma_s$ energía de la superficie libre), en muestras bicristalinas de hielo puro con desorientación cristalina $< 0001 > /47°$ $\gamma_{bg}/\gamma_s$ y diferentes inclinaciones del BG. Los ángulos que forma la superficie libre de muestra con el BG fueron medidos con un microscopio confocal 3D a partir de una réplica plástica obtenida de la superficie de la muestra. También se presentan datos del efecto de la temperatura (-5 °C y -18 °C) sobre $\gamma_{bg}/\gamma_s$ en esta muestra. Los valores de $\gamma_{bg}/\gamma_s$ para la muestra medida son comparados con los valores obtenidos de muestras bicristalinas rotadas alrededor del eje prismático $b(< 1010 >)$ a las mismas temperaturas. Los datos encontrados de $\gamma_{bg}/\gamma_s$ son relacionados con el modelo de CSL para hielo Ih.

**Contacto:** Damián Stoler Flore, damian.stoler@gmail.com

FTAyA4 15:00 – 15:20 hs Anfiteatro B1

## Agregados de gotas de nubes congeladas: morfología y evolución de tamaño.

Pedernera D A[1],López M L[1 2],Ávila E E[1 2]

[1] *Facultad de Matemática Astronomía y Física - Universidad Nacional de Córdoba*

[2] *Instituto de Física Enrique Gaviola de Córdoba, CONICET-UNC*

Agregados de gotas congeladas (AGC) han sido identificados en las regiones superiores de los anvils de tormentas eléctricas continentales de latitudes medias del centro-oeste de los Estados Unidos de América. Los AGC fueron colectados por medio de aviones utilizados para tal fin y analizados por Stith y colaboradores en 2014 (1). El presente estudio de laboratorio examina la morfología de los AGC encontrados en muestras de nubes producidas en el laboratorio en una cámara fría a temperaturas en el intervalo [-45°C ; -34°C]. Las nubes fueron generadas por dos métodos: por nebulización de agua pura (calidad Milli-Q), y por evaporación de agua pura (calidad Milli-Q). Las muestras de nubes fueron obtenidas por medio del método de réplicas plásticas y luego analizadas con un microscopio óptico. Se tomaron microfotografías de dichas réplicas plásticas con magniticaciones de 40X. Luego dichas microfotografías fueron procesadas con el software ImageJ. Las huellas de las partículas de nube pueden ser claramente identificadas tras su impacto con la película plástica. Entre todas estas huellas se identifican pequeños y grandes AGC tales como los que se reportan en la figura 14 de la publicación de Stith et al, 2014 (1). Según la caracterización realizada por dichos autores, en el presente estudio se observaron desde formas simples y cadenas lineales primarias de AGC hasta agregados altamente ramificados e internamente mezclados. En el presente estudio se reportan los primeros estadios del tamaño de los AGC con un análisis estadístico de parámetros tales como superficie expuesta, ejes menor y mayor, y relación de aspecto.

(1) Ice particles in the upper anvil regions of midlatitude continental thunderstorms: the case for frozen-drop aggregates. J. L. Stith et. al, 2014. Atmos. Chem. Phys., 14, 1973?1985, 2014 www.atmos-chem-phys.net/14/1973/2014/ doi:10.5194/acp-14-1973-2014

**Contacto:** Débora Analía Pedernera, pedernera@famaf.unc.edu.ar

FTAyA5 15:20 – 15:40 hs Anfiteatro B1

## Electrificación de nubes de tormenta: un estudio experimental

Luque M Y[1 2],Ávila É E[1 2],Bürgesser R E[1 2]

[1] *Facultad de Matemática Astronomía y Física - Universidad Nacional de Córdoba*

[2] *Instituto de Física Enrique Gaviola de Córdoba, CONICET-UNC*

El mecanismo de electrificación no inductivo es considerado el mecanismo principal de electrificación de las nubes de tormenta. Numerosos trabajos experimentales son evidencia de esto. Dicho mecanismo propone que la colisión entre partículas de hielo dentro de la nube resulta en una separación de carga cuya magnitud y signo dependerá de parámetros físicos tales como las temperaturas de cada partícula y del entorno, la velocidad de colisión, el contenido de agua líquida (CAL) presente en el ambiente, la presión de vapor de agua, entre otros.

El grupo de Física de la Atmósfera de la Facultad de Matemática, Astronomía, Física y Computación de la Universidad Nacional de Córdoba se dedica al estudio experimental de dicha electrificación variando los parámetros principales que influencian el cargado de las partículas.

En los últimos años se ha enfocado el estudio de la electrificacion de nubes de tormenta a condiciones de bajo CAL y a bajas velocidades de colisión, ambiente representativo de regiones estratiformes de nubes de tormenta y a condiciones de crecimiento húmedo, situación presente en la mayoría de las tormentas severas que se desarrollan en regiones de latitudes medias.

En la exposición oral contaré acerca del trabajo de estos últimos años.

**Contacto:** Melina Luque, melinayluque@gmail.com

FTAyA6 15:40 – 16:00 hs Anfiteatro B1

## Reunión de División / Presentación resumida de posters (5min c/u)

Reporte de las acciones realizadas y discusión de las necesidades de la División FTAyA.
Coordinador: Wolfram E.A.

# INDUSTRIA Y TECNOLOGÍA

## MARTES 04

IT1 14:00 – 14:40 hs Luminotecnia

### Separación Isotópica por Láser con Haces Moleculares Supersónicos

Fainstein P[1]

[1] *Subgerencia Aplicaciones de la Tecnología Láser, Gerencia de Área Investigaciones y Aplicaciones No Nucleares, CNEA*

El uso de materiales cuya composición isotópica natural ha sido alterada es de gran interés en distintas aplicaciones como medicina nuclear y semiconductores. En la industrial nuclear el enriquecimiento de uranio juega un rol fundamental en la fabricación de combustibles para los reactores nucleares. El llamado bajo enriquecimiento consiste en modificar la composición isotópica natural, que contiene un 0,71 % de U-235, a un material con una composición de entre 1 y 3 % de dicho isótopo.

Los métodos tradicionales de enriquecimiento de Uranio, que han llegado hasta el nivel industrial, son el de difusión gaseosa y el de centrifugación. En los últimos años, se ha renovado el interés por el método de separación isotópica por láser. Esto se debe a los avances en el desarrollo de láseres de alta potencia en las frecuencias de interés para el proceso. La principal ventaja del método es la selectividad, lo cual permitiría reducir apreciablemente los costos de producción del material enriquecido.

En el caso de enriquecimiento de Uranio existen basicamento dos procesos posibles denominados AVLIS (Atomic Vapor Laser Isotope Separation) y MLIS (Molecular Laser Isotope Separation). En el primer caso se trata de irradiar el material en estado de gas atómico, excitando transiciones electrónicas con láseres en el rango visible o ultravioleta. En el segundo caso el material esta en forma de gas molecular y se excitan transiciones rotovibracionales utilizando un láser en el rango infrarojo.

En esta presentación se discutiran los principios físicos del proceso y los requerimientos prácticos y regulatorios para desarrollar el proceso a escala laboratorio.

IT2 14:40 – 15:10 hs Luminotecnia

### Desarrollo de transistores HFET basados en GaN para sistemas de comunicacion y radares

Kristukat C[1],Ferreyra R A[2],Di Donato A[3],Bonaparte J[3]

[1] *Escuela de Ciencia y Tecnología - UNSAM*

[2] *CONICET*

[3] *Centro Atómico Constituyentes, Comisión Nacional de Energía Atómica*

Desarrollamos los procesos 'front-end' necesarios para la fabricacion de transistores tipo HFET (hetero junction field effect transistor) basados en III-N (nitruro del grupo III). Debido a sus propiedades intrinsecas los semiconductores III-N y sus aleaciones son particularmente aptos para ser usados en dispositivos de alta potencia y alta frecuencia.

En este trabajo se presenta el diseno de transistores que permiten alcanzar frecuencias 'cut-off' hasta 10 GHz. Empezando con una oblea de 2" con estructura epitaxial HFET se desarrollaron los procesos de metalizacion para la deposicion de los contactos fuente, drenaje y compuerta. Se fabricaron dispositivos tipo 'depletion mode' con una corriente maxima fuente-drenaje cercana a los 500 mA por milimetro de ancho de compuerta y frecuencia 'cut-off' superior a los 5 GHz. Este desarrollo tecnologico es un paso importante hacia el desarrollo de dispositivos estrategicos para sistemas de comunicaciones satelitales y radares, que no se comercializan libremente por motivos de restriccion de exportacion por parte de los paises fabricantes de esta tecnologia.

**Contacto:** Christian Kristukat, kristukat@cnea.gov.ar

IT3 15:10 – 15:40 hs Luminotecnia

## Optimización de la Óptica Neutrónica del Difractómetro del Reactor RA-6

Gómez S[1],Santisteban J[1 2 3],Sánchez F[1 2]

[1] *Gerencia de Ingeniería Nuclear, Centro Atómico Bariloche, CNEA*

[2] *Instituto Balseiro - Universidad Nacional de Cuyo*

[3] *CONICET*

El difractómetro de neutrones del reactor RA-6 tiene como objetivo principal de diseño la medición de texturas cristalográficas sobre muestras pequeñas, del orden del centímetro cúbico. El equipo utiliza un monocromador para seleccionar neutrones de una longitud de onda precisa que, tras incidir sobre una muestra ubicada en un goniómetro de Euler, producen un pico de Bragg en un detector sensible a posición ubicado en un ángulo fijo. Para medir la textura cristalográfica, se registra la variación de la intensidad de este pico de Bragg en función de la orientación de la muestra.

El monocromador adquirido para el difractómetro del reactor RA-6 es de silicio, del tipo conocido como bent perfect crystal (BPC), un monocristal perfecto tensionado elásticamente por medio de un dispositivo de flexión en cuatro puntos. La flexión tiene el doble objetivo de variar localmente la orientación del monocristal, y enfocar a su vez el haz reflejado en la ubicación en la que se coloca la muestra a investigar. De esta forma, el radio de curvatura del cristal monocromador afecta la intensidad y el ancho angular del pico de Bragg registrado en el detector. En el presente trabajo se realizaron simulaciones de Montecarlo por medio del código McStas a fin de optimizar las distintas variables experimentales (distancia fuente-monocromador, distancia monocromador-muestra, orientación del cristal, área iluminada del monocromador, etc.) sobre la resolución y la intensidad de los picos de Bragg. Para este fin, se desarrolló un componente específico para el código McStas que reproduce los procesos físicos básicos que intervienen en la reflexión de los neutrones en un monocristal curvado.

En acuerdo con modelos analíticos sencillos, se encontró que los distintos parámetros experimentales están altamente correlacionados, e influyen fuertemente sobre la intensidad y la resolución de los picos difractados. Como resultado de este trabajo, se implementó una herramienta que permitirá optimizar la configuración del instrumento para cada uno de los materiales que se deseen investigar.

**Contacto:** Santiago Gómez, sgomez@cab.cnea.gov.ar

IT4 15:40 – 16:00 hs Luminotecnia

## Sistema de bobinas oblongas y ortogonales para experimentos en magnetobiología: caracterización para campos estáticos

Makinistian L[1]

[1] *Departamento de Física, Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales, Universidad Nacional de San Luis, e Instituto de Física Aplicada, INFAP (UNSL-CONICET)*

Existen en la actualidad tres grandes áreas de estudio en relación a la interacción de campos magnéticos débiles, estáticos, y de frecuencias extremadamente bajas con los seres vivos, que pueden resumirse en tres interrogantes: 1) ¿son, o pueden ser, estos campos dañinos para la salud humana?; 2) ¿cuáles son los mecanismos bio/químico-físicos que median dicha interacción?; y 3) ¿pueden estos campos resultar beneficiales para la salud humana? Si bien hay múltiples respuestas para las tres cuestiones, aún se dan controversias sobre estas cuestiones y, en general, el consenso más nítido se da en la conclusión de que es indispensable seguir realizando investigación básica para poder esclarecer la compleja fenomenología en cuestión. Independientemente de cuál de las tres áreas elija un investigador en magnetobiología, será de fundamental importancia, y de gran utilidad, evaluar no sólo valores puntuales de campo magnético, sino rangos de valores de campo, de modo de hacer una exploración del espacio de variables lo más abarcativa posible. Esta idea está en franco contraste con la abundancia de estudios que reportan el efecto (o la ausencia del mismo) de un sólo valor de campo (y de gradiente), los cuales corren el riesgo de "estar perdiéndose" de observar algún fenómeno que quizá se hubiera puesto de manifiesto ante una mínima variación de los parámetros del experimento. Con todo esto en cuenta, presentamos un sistema de dos bobinas que, por su geometría y disposición relativa, permiten evaluar múltiples valores de campo al mismo tiempo (es decir, en un mismo, único, experimento), aumentando dramáticamente (por un factor de 96, o aun mayor) la eficiencia de un proyecto orientado a explorar con alguna exhaustividad el espacio de parámetros. Se reporta en este trabajo la caracterización experimental, validada por simulaciones computacionales, de dicho sistema de bobinas, realizado inyectando corriente continua, aunque también se comenta brevemente la potencialidad de usar corriente alterna.

**Contacto:** Leonardo Makinistian, lmakinistian@gmail.com

# MIÉRCOLES 05

IT5 16:00 – 16:30 hs Luminotecnia

## Diseño, construcción y puesta en funcionamiento de un prototipo de aparato de Imágenes por Resonancia Magnética con Ciclado Rápido de Campo

Romero J A[1 2],Dominguez G[1 2],Rodriguez G[1 2],Farrher G[1 2],Kruber S[1 2],Berté A[2],Anoardo E[1 2]

[1] *Facultad de Matemática Astronomía y Física - Universidad Nacional de Córdoba*

[2] *Instituto de Física Enrique Gaviola (CONICET-UNC)*

Imágenes por Resonancia Magnética (IRM) y Ciclado Rápido de Campo (CRC) son métodos estudiados en profundidad. Sin embargo, la combinación de éstas técnicas empezó a considerarse en detalle hace poco más de una década [1-3]. Entre las principales ventajas de la fusión de estas técnicas se destaca la posibilidad de realizar imágenes con contraste pesado por dispersión de relajación [1]. IRM a campo bajo también permite trabajar con muestras heterogéneas con alto contraste de permeabilidad magnética entre las fases presentes, minimizando la distorsión por gradiente magnético [4]. La ventaja del método es a la vez la fuente de las dificultades en el diseño y fabricación de un aparato que trabaje con esta técnica. Trabajar con campos hasta órdenes de magnitud menores que los empleados por superconductores supone una drástica pérdida en la relación señal/ruido [5]. Esto es parcialmente compensado por el campo de prepolarización utilizado en CRC [1], pero es necesario invertir mayor esfuerzo para la obtención de imágenes con resolución de cientos de micrones. Con tal objetivo se desarrolló un algoritmo de optimización para la fabricación de un electroimán que alcance una homogeneidad en el orden de 100 ppm en un volumen de 35 cm3 [6,7]. A su vez fue necesario diseñar una unidad de gradientes con bobinas cuya desviación de linealidad se mantenga dentro de los márgenes de exigencia del proyecto [8]. El campo de radio frecuencia utilizado para la excitación de la muestra también aporta a la relación S/R [9], por lo que se fabricó una sonda utilizando el diseño Birdcage [10] que cuenta con la mejor homogeneidad de campo. Para filtrar el ruido de las imágenes post adquisición de datos se escribió un algoritmo siguiendo el método de promedios no locales [11].

En esta presentación se expondrá el estado actual de evolución del proyecto, proponiendo una discusión sobre las dificultades encontradas y las soluciones aplicadas. Se presentarán los métodos empleados para el diseño y construcción de las partes que componen el aparato y los resultados obtenidos hasta el momento.

[1] N. I. Matter, G. C. Scott, T. Grafendorfer, A. Macovski (2006) 'Rapid Polarizing Field Cycling in Magnetic Resonance Imaging', IEEE Trans. Med. Im., vol. 25, p. 84.

[2] K. M. Gilbert, W. B. Handler, T. J. Scholl, J. W. Odegaard, B. A. Chronik (2006) 'Design of Field-Cycled Magnetic Resonance Systems for Small Animal Imaging', Phys. Med. Bio., vol. 51, p. 2825.

[3] D. J. Lurie, S. Aime, S. Baroni, N. A. Booth, L. M. Broche, C. H. Choi, G. R. Davies, S. Ismail, D. Ó Hógáin, K. J. Pine (2010) 'Fast Field-Cycling Magnetic Resonance Imaging', Comp. Rend. Phys., vol. 11, p. 136.

[4] R. D. Venook, N. I. Matter, M. Ramachandran, S. E. Ugersma, G. E. Gold, N. J. Giori, A. Macovski, G. C. Scott, S. M. Conolly (2006) 'Prepolarized Magnetic Resonance Imaging Around Metal Orthopedic Implants', Magn. Reson. Med., vol. 56, p. 177.

[5] F. Noack (1986) 'NMR Field-Cycling Spectroscopy: Principles and Applications', Prog. NMR Spectrosc., vol. 18, p. 171.

[6] S. Kruber, G. D. Farrher, E. Anoardo (2015) 'Air Core Notch-Coil Magnet with Variable Geometry for Fast-Field-Cycling NMR', J. Magn. Reson., vol. 24, p. 216.

[7] S. Kruber (2015) 'Electroimanes de Estructura Variable para Resonancia Magnética Nuclear con Ciclado Rápido de Campo Magnétio', Tesis Doctoral, Universidad Nacional de Córdoba, Arg.

[8] G. A. Dominguez, J. A. Romero, E. Anoardo (2014) 'Longitudinal Gradient Coil with Improved Uniformity Within the Volume of Interest', Congreso Bienal de ARGENCON IEEE, p. 711.

[9] D. I. Hoult, R. E. Richards (1976) 'The Signal-to-Noise Ratio of the Nuclear Magnetic Resonance Experiment', J. Magn. Reson., vol. 24, p. 71.

[10] C. E. Hayes, W. A. Edelstein, J. F. Schenck, O. M. Mueller, M. Eash (1985) 'An Efficient Highly Homogeneous Radiofrequency Coil for Whole-Body Imaging at 1.5 T', J. Magn. Reson., vol. 63, p. 622.

[11] J. V. Manjón, J. Carbonell-Caballero, J. J. Lull, G. García-Martí, L. Martí-Bonmatí, M. Robles (2008) 'MRI Denoising Using Non-Local Means', Med. Im. Anal., vol. 12, p. 514.

**Contacto:** Javier Agustín Romero, gutiromero@gmail.com

# JUEVES 06

IT6 14:30 – 15:10 hs Luminotecnia

## INVAP: de la Física Aplicada a los Proyectos Tecnológicos

Campenni V[1]

[1] *INVAP, Bariloche*

Las raíces de INVAP se remontan al Grupo de Física Aplicada que, a principios de los setentas dirigía el Dr. Varottodentrodel Centro Atómico Bariloche. De ahí surgieron los conceptos que hicieron de INVAP un puente entre el método científico y la tecnología para el Desarrollo Nacional. Si bien INVAP nace en el marco de los proyectos de desarrollo nuclear de la CNEA, su capacidad de gestionar el conocimiento adquirido durante la ejecución de dichos proyectos le permitieron ir abordando nuevos desafíos en otras áreas tecnológicas. Es así que con la creación de la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE) a principios de los noventa y más recientemente con la formación en el 2006 de la empresa ARSAT, INVAP acompañó los desafíos que estas instituciones lideraron en materia de Tecnología Espacial. En forma similar con la implementación de Sistema Nacional de Vigilancia y Control Aeroespacial (SINVICA) se generó una nueva área tecnológica asociada a los proyectos de desarrollo de sistemas de radarización y vigilancia aérea. La metodología de trabajo empleada en INVAP para el desarrollo de todos estos proyectosrequiere de una buena formación de sus profesionales en ciencias básicas y en particular de la Física, esencial para gestionar sistémicamente proyectos tecnológicos complejos.

IT7 16:10 – 16:30 hs Luminotecnia

# Tecnologías para la iluminación de interiores residenciales

Obando J[1 2],Buriek F[1 2],Kirschbaum C[1 2]

[1] *Departamento de Luminotecnia, Luz y Visión, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología - Universidad Nacional de Tucumán*

[2] *Instituto de Investigación en Luz Ambiente y Vision, CONICET-UNT*

El diseño de iluminación se ve modificado en los últimos años por los avances tecnológicos que ofrece el mercado. La oferta tecnológica disponible es amplia y diversificada pero accesible solo para un limitado sector de la población.

Si bien la iluminación eléctrica comenzó con la introducción de la lámpara incandescente, actualmente se encuentra prohibida en Argentina a partir de 2011. Desde 1960, el mercado de iluminación propone fuentes de luz más eficientes. Los principales motivos para ofrecerlas como reemplazantes de la lámpara incandescente son: mayor eficacia luminosa, larga vida útil y menor consumo de energía eléctrica. En el caso de espacios interiores residenciales, los usuarios pueden optar por alguna de las alternativas de fuentes de iluminación artificial. El reemplazo de estas se realiza directamente ya que son compatibles con la forma universalmente conocida de receptáculos con rosca E27.

Las tecnologías disponibles en el mercado son: incandescente halógena (IH), fluorescente compacta espiralada (FC) y diodos emisores de luz (LED, por sus siglas en inglés). Estas alternativas poseen características fotométricas y espectrales que amplían el campo de aplicación en el alumbrado de viviendas y al mismo tiempo lo limitan, por razones de elevados costos, por efectos negativos en el medio ambiente y en la salud de las personas.

Este trabajo describe estudios sobre aspectos físicos de las lámparas seleccionadas: características fotométricas y colorimétricas, flujo luminoso, distribución espacial de la luz, temperatura de color y características espectrales. Además, aspectos psicofísicos: mediante evaluaciones subjetivas para entender la influencia que estas fuentes de luz ejercen en la apariencia de espacios, objetos y personas. Las evaluaciones psicofísicas se llevan a cabo por observadores en un Estar simulado a escala real en laboratorio en el cual se evaluaron: percepción de colores, niveles de iluminación y apariencia del espacio. Se usaron 3 niveles de iluminación para cada lámpara seleccionada, con temperatura de color de 2700 a 6500 K y potencias equivalentes a la emisión lumínica de una lámpara incandescente de 60W.

El objetivo de este trabajo es estudiar la relación entre los aspectos físicos con los psicofísicos. Es decir, la relación de la tecnología de la iluminación artificial de interiores residenciales con la evaluación subjetiva de la apariencia visual. Los resultados aportan datos para una adecuada elección de lámparas y niveles que permitan satisfacer las necesidades de confort de los usuarios.

**Contacto:** Jesús Carlos Alberto Obando Aguirre, nanoobando@gmail.com

# FÍSICA MÉDICA

## MARTES 04

14:00 – 14:15 hs Anfiteatro B4

## Apertura de la Reunión de División

FM1 14:15 – 14:30 hs Anfiteatro B4

## Caracterización de objetos hipermetabólicos en imágenes PET/CT

Poma A L[1],Peña G A[2],Chesta M A[1 3],Venier V[2],García A R[2],Pozo M A[4]

[1] *Facultad de Matemática, Astronomía y Física, Universidad Nacional de Córdoba*

[2] *Fundación Escuela de Medicina Nuclear, CNEA-UNCU*

[3] *Instituto de Física Enrique Gaviola de Córdoba, CONICET-UNC*

[4] *Instituto Pluridisciplinar, Universidad Complutense de Madrid, España*

La tomografía PET/CT es una técnica de imágenes híbrida que combina las capacidades de determinar la información fisiológica y morfológica de la tomografía por emisión de positrones (PET) y de la tomografía computada (CT), respectivamente. Las aplicaciones clínicas del tomógrafo PET se basan en la evaluación de un fenómeno metabólico mediante la utilización de radiofármacos. Los radiofármacos utilizados en PET son compuestos químicos formados por moléculas orgánicas marcadas con un radioisótopo emisor-$\beta^+$. Al incorporar un determinado camino metabólico en el paciente, la distribución del radiofármaco da contraste a la imagen de acuerdo a su concentración en un determinado órgano o tejido. La distribución de actividad del radiofármaco se determina a partir de la detección en coincidencia de los fotones de aniquilación de $511\ keV$, constituyendo el rango del positrón una limitación física a la resolución espacial del tomógrafo PET. El radiofármaco más utilizado es FDG (Fluordesoxiglucosa) similar a la molécula de glucosa, marcada con $F$-18. La FDG permite evaluar la tasa de consumo de glucosa celular y se utiliza sobre todo en estudios oncológicos.

El diagnóstico tomográfico PET detecta cambios regionales en la tasa metabólica, como indicador de actividad tumoral, lo cual permite entre otros la identificación de metástasis ganglionares, el diagnóstico diferencial de recidivas y la evaluación temprana de respuesta tumoral a la quimioterapia o radioterapia. Por otro lado, la captación del radiotrazador no es específica de los tumores y hay acumulación fisiológica en varios órganos normales, así como en procesos inflamatorios que pueden ocasionar falsos positivos PET.

En este trabajo, se presenta un estudio de parámetros geométricos y estadísticos que apuntan a aportar en la caracterización de objetos hiper-metabólicos en imágenes PET/CT, aprovechando el hecho de que las imágenes PET y CT suministradas por el equipo híbrido PET/CT sean corregistradas. Para ello, se determinan previamente los objetos ávidos de captación de FDG con ayuda de un especialista médico en radiodiagnóstico y se segmentan las imágenes PET y CT para separar dichos objetos. En este estudio, se ha utilizado como base de datos un conjunto amplio

de imágenes PET/CT adquiridas en FUESMEN (Fundación Escuela de Medicina Nuclear). El conjunto de parámetros utilizado para la caracterización de estos objetos tiene la potencialidad de determinar si existe correlación con el diagnóstico asociado a dos imágenes consecutivas PET/CT del paciente que pueden corresponder, por ejemplo, al antes y después de una serie de sesiones de tratamiento de quimioterapia y/o radioterapia. Hasta el momento no hemos encontrado trabajos sobre la aplicación de algunos de los parámetros estudiados en este trabajo a objetos tumorales.

**Contacto:** Ana Lucía Poma, analucia.poma@gmail.com

FM2 14:30 – 14:40 hs Anfiteatro B4

## Síntesis y Detección de Nanopartículas de Plata en Aplicaciones de Radiología

Mattea F[1],Vedelago J[2 3],Malano F[2 3],Geser F[2 4 3],Gomez C[1],Strumia M[1],Valente M[2 3 5]

[1] *Instituto de Investigación y Desarrollo de Ingeniería de Procesos y Química Aplicada de Córdoba, Argentina*

[2] *Instituto de Física Enrique Gaviola de Córdoba, CONICET-UNC*

[3] *Laboratorio de Investigación e Instrumentación en Física Aplicada a la Medicina e Imágenes de Rayos X, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina.*

[4] *Facultad de Matemática Astronomía y Física - Universidad Nacional de Córdoba*

[5] *Departamento de Ciencias Físicas - Universidad de La Frontera, Temuco, Chile*

El uso de nanopartículas (NPs) en medicina y radiología ha crecido notablemente en las últimas décadas[1,2]. La capacidad de sintetizar NPs de metales y óxidos de metales con características específicas de tamaño, distribución de tamaños y geometría, conjuntamente con la capacidad de combinar y modificar las mismas con moléculas orgánicas o biomateriales ha ampliado aún más su uso logrando aplicaciones reales y no sólo conceptos de investigación[3].

Con esta motivación, en este trabajo se estudió la capacidad que posee la tecnología de rayos X, comúnmente empleada en radiomedicina, para detectar la fluorescencia generada por NPs de plata (Ag-NPs). Para ello primero se sintetizaron Ag-NPs con tamaños conocidos y comprendidos entre 5 nm y 40 nm con forma esférica mediante una reducción térmica controlada por la formación de complejos entre los cationes de una sal de AgNO3 y los grupos funcionales -NH2 de una macromolécula como la gelatina de piel de cerdo. El uso de este material en aplicaciones de dosimetría y de radiología es habitual y lograr NPs de metales con una densidad electrónica elevada en conjunto con estos materiales permite una mayor compatibilidad en las aplicaciones finales.

Una vez sintetizadas las Ag-NPs, se evaluó la capacidad de detectarlas en irradiaciones con haces de fotones de baja energía, donde un volumen dopado con este material fue irradiado con un haz proveniente de un núcleo de W filtrado con Zr y Al. Se evaluaron los espectros de fotones dispersados con un detector de Cd-Te y los cambios observados al variar la concentración de los productos de la reacción de síntesis de Ag-NPs y la profundidad del volumen conteniendo este material dentro de un fantoma de agua y polimetilmetacrilato. Los resultados indicaron un comportamiento lineal con respecto a la concentración de NPs con la capacidad de determinar concentraciones inferiores de hasta 0.05 M y exponencial decreciente con respecto al a profundidad del volumen dopado con Ag-NPs entre 1 y 15 mm de profundidad.

La herramienta y procedimientos desarrollados en este trabajo permiten conocer la relación entre la profundidad y concentración de NPs con la intensidad de los ?picos de fluorescencia en una aplicación de radiodiagnóstico o radioterapia.

[1] Sasidharan A, Monteiro-Riviere NA, WILEY Interdiscip Rev NANOBIOTECHNOLOGY (2015)
[2] Daraee H, Eatemadi A, Abbasi E, et al, Artif CELLS NANOMEDICINE Biotechnol (2016)
[3] Pedrosa P, Vinhas R, Fernandes A, Baptista P V, NANOMATERIALS (2015)

**Contacto:** Federico Geser, fgeser@famaf.unc.edu.ar

FM3 14:40 – 14:50 hs Anfiteatro B4

## Modelo realista de tomografía de microondas en el calcáneo

Fajardo J E[1],Carlevaro C M[1 2],Vericat F[1 3],Irastorza R M[1 4]

[1] *Instituto de Física de Líquidos y Sistemas Biológicos, CONICET-UNLP*

[2] *Facultad Regional Buenos Aires - Universidad Tecnológica Nacional*

[3] *Grupo de Aplicaciones Matemáticas y Estadísticas de la Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata*

[4] *Instituto de Ingeniería y Agronomía, Universidad Nacional Arturo Jauretche*

La detección de tumores de mama y accidentes cerebro vasculares son dos de las aplicaciones biomédicas de imágenes por microondas que poseen ya sus ensayos clínicos. En la actualidad se discute la aplicación en la evaluación de salud ósea. Particularmente, existen algunos casos de estudio en el calcáneo que parecen prometedores. En este trabajo, basándonos en estos experimentos, desarrollamos un análisis de sensibilidad para un modelo realista de tobillo en dos dimensiones obtenido a partir de imágenes de tomografía. El modelo consta de un arreglo circular de antenas monopolo emitiendo a una frecuencia fija. Evaluamos cómo afectan las propiedades dieléctricas y espesores de los tejidos involucrados en la medición de los parámetros de dispersión de las antenas (parámetros S). Las simulaciones son realizadas mediante la técnica de diferencias finitas en dominio de tiempo.

**Contacto:** Ramiro Miguel Irastorza, rirastorza@iflysib.unlp.edu.ar

FM4 14:50 – 15:00 hs Anfiteatro B4

## Evaluación de Parámetros Físicos esenciales del equipo de radiodiagnóstico de un Centro Médico de Catamarca-Capital

Roldan T[1],Ausilio F[1],Lucero D H[1],Heredia P[1],Saldaño L[1]

[1] *Dep. Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Catamarca*

Dentro del programa de garantía de calidad para radiodiagnóstico se encuentra la evaluación de parámetros físicos esenciales para garantizar que los estudios sean con calidad y que las dosis administradas al paciente se encuentran dentro de los límites seguros. Para ello se midieron parámetros tales como,Exactitud y Reproducibilidad del Potencial, Capa Hemireductora, Rendimiento de la exposicion a la salida del equipo,Exactitud y Reproducibilidad del Tiempo de Exposición. Se siguió la metodología de protocolos internacionales, cuyas pruebas se adaptaron a las condiciones de medición del equipo de Rayos X de este centro médico.Los valores de la exactitud como los de la reproducibilidad se encuentran dentro de las tolerancias admitidas $\pm$ 10 % y $\pm$ 5 % respectivamente.

**Contacto:** Teresita Roldan, teresitaroldan@gmail.com

FM5 15:00 – 15:10 hs Anfiteatro B4

## Estudio de las dosis impartidas a pacientes en exploraciones de radiodiagnóstico

Olguin O[1 2],Mugetti P[1],Villagran M C[1],Cobos D B[1]

[1] *Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales - Universidad Nacional de San Luis*

[2] *Instituto De Matemática Aplicada San Luis, CONICET-UNSL*

El estudio se llevó a cabo para establecer la metodología para la determinación de la dosis en la superficie de entrada (DSE) al paciente en algunas exploraciones estándar en radiología diagnóstica en el Hospital de Juana Koslay, Provincia de San Luis. Un total de 2200 datos se obtuvieron de los pacientes que fueron expuestos al diagnóstico mediante rayos X. La DSE se estimó utilizando el Kerma incidente en aire. Para estimar el kerma incidente en el punto correspondiente a la superficie de la piel del paciente (Ki) se utiliza la medición de la exposición (X) a una distancia de referencia del tubo de rayos X y los parámetros técnicos aplicados en el examen radiológico, (voltaje del tubo, producto corriente del tubo - tiempo de exposición, tamaño del campo, etc.), el factor de retrodispersión (BSF) y la ley del inverso del cuadrado de la distancia. Los resultados obtenidos de la DSE se analizan y se comparan con datos disponibles en la literatura

**Contacto:** Débora Belén Cobos, deboracobos@hotmail.com

FM6 15:10 – 15:20 hs Anfiteatro B4

## Detección de bordes en secuencias de rango continuo

Aguirre Varela G G[1],Re M[1 2],López N M[3]

[1] *Facultad de Matemática Astronomía y Física - Universidad Nacional de Córdoba*

[2] *Facultad Regional Cordoba - Universidad Tecnológica Nacional*

[3] *Gabinete de Tecnología Médica, Facultad de Ingeniería, U. N. de San Juan - CONICET*

Se presenta un método para la detección de bordes de dominio o cambios de estacionariedad en secuencias de valores de rango continuo como los obtenidos en Electromiografía (EMG) o en registros de Electroencefalograma (EEG). La detección del cambio de estacionariedad en una secuencia temporal como las mencionadas presenta interés para el reconocimiento del comienzo de una contracción muscular en EMG o del comienzo y propagación de una crisis epiléptica en el análisis del registro del EEG.

El punto de segmentación en una serie temporal se corresponde con la posición en la serie a partir de la cual cambian las propiedades estadísticas de los valores que la conforman. El método aquí propuesto se basa en el cálculo de la Divergencia de Jensen-Shannon (DJS) entre los segmentos que forman la secuencia. La DJS es una medida de distancia entre distribuciones de probabilidad y para su evaluación aproximamos las distribuciones que corresponden a cada segmento por el método del *kernel* de densidad.

Para la aplicación del método se elige una posición en la secuencia como punto de segmentación y se calcula la DJS entre las distribuciones asociadas a las subsecuencias que quedan así definidas. Se identifica el punto de segmentación con la posición que arroja el valor máximo para la DJS, condicionado a que supere el valor de significación.

Evaluamos el método propuesto analizando señales sintéticas similares a señales electromiográficas.

**Contacto:** Miguel Re, mgl.re33@gmail.com

FM7 15:20 – 15:30 hs Anfiteatro B4

# Modelo Algebraico de la Formación de Patrones de Dispersión en Condiciones Mamográficas

Ríos A B[1],Somacal H[1 2],Valda A[1 2]

[1] *Escuela de Ciencia y Tecnología - Universidad Nacional de San Martín*

[2] *Gerencia Investigación y Aplicaciones, CAC - CNEA*

Este trabajo se enmarca en un estudio de patrones de dispersión simple de rayos X como fuente de información en diagnóstico mamográfico. Con vistas a abordar el problema de la estimación de la composición de un objeto a lo largo de la línea irradiada a partir del patrón $S$ generado (problema inverso), se busca un modelo algebraico que permita estimar de forma rápida el patrón para un conjunto de objetos de prueba descriptos por $A$. Motiva este enfoque del problema la inviabilidad de aplicar métodos analíticos -como la retroproyección filtrada- debida a la poca cantidad de datos disponibles en un único patrón, al uso de haces policromáticos y a las condiciones geométricas consideradas. El objetivo de este trabajo es desarrollar un modelo algebraico $S = W \cdot A$ y analizar sus limitaciones en relación al planteo del problema inverso. Para ello el objeto dispersor se modela por yuxtaposición de $l$ láminas delgadas y se construye $W$ a partir de patrones elementales ($S_l$) que representan la contribución a $S$ de cada una de las $l$ láminas cuando el objeto es irradiado por una haz policromático colimado $N_0(E)$. Un $S_l$ no es una magnitud fácilmente medible. Mostramos analíticamente que, bajo ciertas suposiciones, los $S_l$ pueden derivarse de la distribución angular de la dispersión en una lámina irradiada por el haz transmitido a través del objeto completo $N_t(E)$ (y no $N_0(E)$). Esta distribución angular se obtiene mediante una simulación Monte Carlo (SMC) sencilla y se relaciona con los $S_l$ a través de una operación de proyección sobre el plano de detección. El modelo se evalúa comparando sus predicciones con patrones de dispersión obtenidos mediante SMC detalladas para objetos compuestos por PMMA, agua, tejido glandular y adiposo. Dado que la dependencia de $W$ con el objeto -a través de $N_t(E)$- obstaculiza el planteo del problema inverso, también se evalúa la capacidad predictiva del modelo cuando -siendo desconocido el objeto- los $S_l$ se calculan a partir de un $N_t(E)$ hipotético. Las SMC se realizan con el código PENELOPE, incorporando valores experimentales de factores de forma para considerar la estructura del material sobre la distribución angular de la dispersión coherente. Se construyeron matrices $W$ considerando condiciones realistas en el contexto mamográfico: distribuciones espectrales, geometrías y detección planar sin resolución en energía. Las aproximaciones realizadas y las hipótesis sobre $N_t(E)$ escogidas no introducen distorsiones relevantes en la forma y amplitud de los patrones $S$ predichos por el modelo. La aceptable independencia de $W$ con el objeto permite su uso para calcular $S$ para diversos objetos mediante un producto matricial que involucra tiempos incomparablemente menores a los de las SMC detalladas. Además, otorga al modelo un carácter aditivo que permite sustraer de $S$ componentes de dispersión que no provienen de regiones de interés del objeto pero que serían detectadas concomitantemente (por ej. placa compresora). El problema de la estimación de $A$ queda entonces planteado como un sistema de ecuaciones a coeficientes constantes. La información sobre el sistema contenida en $W$ permite una adecuada interpretación de $S$, valorable en el abordaje del problema inverso. A futuro se pretende evaluar la utilidad del modelo en problemas físicamente similares, como la predicción de la radiación dispersa en tomosíntesis.

**Contacto:** Héctor Somacal, somacal@tandar.cnea.gov.ar

FM8 15:30 – 16:00 hs Anfiteatro B4

## Investigador Invitado: Presentación del Centro Universitario de Imágenes Médicas de la UNSAM

Alejandro Valda

# MIÉRCOLES 05

FM9 14:30 – 14:45 hs Anfiteatro B4

## Caracterización del equilibrio ortostático de posiciones básicas de la danza clásica

Miralles M[1 2],Ghersi I[2],Borsoi P[2]

[1] *Centro de Investigación en Diseño Industrial de Productos Complejos-Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo-Universidad de Buenos Aires*

[2] *Laboratorio de Biomecánica e Ingeniería para la Salud, Facultad de Ciencias Fisicomatemáticas e Ingeniería, Pontificia Universidad Católica Argentina*

El equilibrio humano, tanto normal como disfuncional, se ha tornado un campo de especialización que comprende desde el desarrollo de novedosos dispositivos dedicados, los cuales incorporan las últimas novedades en electrónica, como así también el particular procesamiento de las señales biológicas obtenidas durante las diferentes mediciones.

La esencia de la danza es el control del equilibrio corporal a lo largo de rápidas, diferentes y cambiantes bases de sustentación que pueden, según el estilo de la danza, involucrar diferentes partes del cuerpo.

Hay autores que aceptan como hipótesis que el cerebro usa un mapa flexible del cuerpo el cual funciona como un programa unificado integrando el cuerpo al espacio y al contexto. El entrenamiento ideal de la danza realiza la expansión de las capacidades de este mapa para poder lograr el equilibrio y la coordinación necesaria, la cual es referida como "la habilidad para percibir en la acción". Esta capacidad involucra la integración de los sensores cutáneos, propioceptivos, visuales, vestibulares, como así también las intenciones conscientes o no, tanto a nivel neurológico como motor.

En los modelos de balance desarrollados las respuestas posturales responden a patrones reflejos neuromusculares del cuerpo como un todo, que se activan frente a cualquier indicio de posible desequilibrio. En el caso de la danza estas respuestas son anticipatorias.

En este marco nos preguntamos ¿qué características particulares presenta el equilibrio en profesionales de la danza clásica? ¿cuales son las diferencias con atletas de alto rendimiento? como influye en el equilibrio en el entrenamiento a lo largo de los años de formación? ¿cómo evoluciona el equilibrio en el aprendizaje de un gestos particular como un giro? ¿tienen un menor riesgo de caída los bailarines adultos mayores? ¿podemos caracterizar y parametrizar gestos específicos de la danza indicativos del estado de maduración alcanzado, o bien, anticipar patologías?

En este trabajo se presentan: a) los resultados de estudios de equilibrio intrasujeto, referidos a evaluaciones de equilibrio ortostático realizados en una bailarina clásica profesional, con una plataforma estabilométrica especialmente desarrollada en el laboratorio; b) una breve descripción biomecánica de las posiciones y gestos estudiados, a saber: primera, quinta (en mediapunta y

puntas) y grand plié y c) el procesamiento de las señales y la definición de parámetros para la caracterización de los estabilogramas.

La capacidad de cuantificar estos gestos permite, por un lado, aportar conocimiento detallado sobre el equilibrio particular de la biomecánica de los mismos. Por otro orientar a bailarines y maestros en cuanto a aspectos del rendimiento alcanzado y la mejora en las propuestas de entrenamiento y seguimiento a lo largo del tiempo.

**Contacto:** Mónica Miralles, mmiralles@gmail.com

FM10 14:45 – 14:55 hs Anfiteatro B4

## Alteraciones in vitro de la agregación eritrocitaria por la acción de larvas de Trichinella spiralis

Toderi M A[1],Ponce De León P[2],Castellini H[3],Riquelme B[1 2]

[1] *Instituto de Física de Rosario, CONICET-UNR*

[2] *Facultad de Ciencias Bioquímicas y Farmacéuticas - Universidad Nacional de Rosario*

[3] *Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura - Universidad Nacional de Rosario*

En este trabajo fueron estudiados posibles cambios en la membrana de eritrocitos, debido a la interacción in vitro con larvas de Trichinella spiralis, mediante análisis de imágenes digitales y la transmisión de luz láser en un agregómetro de chip óptico se evaluaron las alteraciones en la agregación eritrocitaria. Larvas recién nacidas se obtuvieron a partir de ratones CBi infectados con Trichinella spiralis. Las larvas se separaron posteriormente de las hembras adultas y se colectaron en solución salina en la proporción $(3000 \pm 500)$ larvas/mL. Muestras de eritrocitos de donantes sanos, fueron expuestas in vitro a las larvas para estudiar su efecto sobre la agregación de glóbulos rojos. Se calcularon los parámetros Coeficiente de Células Individuales ($C_{CA}$) y el Parámetro de Agregación (S), mediante el procesamiento digital de imágenes sobre los agregados de glóbulos rojos, indicando la cantidad y tamaño de agregado presente. Los parámetros de cinética de agregación ($Amp_{750}$ y $t_{1/2}$) fueron obtenidos mediante un nuevo de agregómetro de chip. Los resultados muestran alteraciones significativas en la agregación de eritrocitos debido a la acción in vitro de larvas de Trichinella spiralis al aumentar el tiempo de incubación. Estos resultados están posiblemente relacionadas con la pérdida de ácido sálico en la superficie del eritrocito, ya que es capturado por las larvas. Los resultados obtenidos sugieren que las larvas podrían producir alteraciones hemorreológicas en el huésped, lo que podría estar relacionado con la trombosis y la anemia informada en algunos pacientes con triquinosis.

**Contacto:** Martín Toderi, martintoderi@gmail.com

FM11 14:55 – 15:05 hs Anfiteatro B4

## Optimización y validación de una cámara de flujo controlado para la determinación de la deformabilidad y la energía de adhesión eritrocitaria

Londero* C[1 2],D Arrigo M[2 3],Riquelme B[2 3]

[1] *Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura - Universidad Nacional de Rosario*

[2] *Facultad de Ciencias Bioquímicas y Farmacéuticas - Universidad Nacional de Rosario*

[3] *Grupo de Óptica Aplicada a la Biología, IFIR (CONICET-UNR)*

El glóbulo rojo humano (GR) se caracteriza por la alta capacidad de deformarse para poder realizar sus funciones en la circulación sanguínea. Ésta deformabilidad es consecuencia de las

propiedades esencialmente viscoelásticas de su membrana. Asimismo, su carga electronegativa superficial otorgada por el ácido siálico (AS) es otra característica del mismo que tiene gran importancia hemorreológica y hemodinámica, dado que una disminución del AS implica una menor repulsión electrostática intercelular que favorece la adhesión. En el presente trabajo, se optimizó y validó el dispositivo cámara de adhesión, desarrollado previamente, adaptándolo a las nuevas tecnologías de adquisición de imágenes y procesamiento de la información, con fin de determinar parámetros de deformabilidad y adhesión eritrocitaria en GRs humanos normales y con déficit de carga superficial, estudiados a partir del efecto vidrio. El proceso de adhesión de los GRs con el vidrio fue cuantificado indirectamente, pues se determinó el trabajo necesario para separar porciones de la superficie de contacto a causa de una tensión de corte generada por un flujo laminar. Para ello se empleó una cámara adhesión que fue especialmente diseñada para obtener un flujo controlado y bien definido. Se registraron las imágenes de las diversas etapas de adhesión mediante una cámara CCD acoplada a un microscopio óptico invertido y conectada al software IS Capture 3.0. Para el procesamiento digital de las imágenes, se midieron las diversas dimensiones que adopta un GR durante la deformación producida por la tensión de corte aplicada. Con las imágenes registradas fue posible entonces obtener parámetros de deformabilidad y de adhesión eritrocitaria, y asimismo analizar su variación para diversos valores de tensión de corte aplicada. Estos parámetros son significativos pues la deformabilidad es una propiedad crucial que le permite al eritrocito atravesar micro-capilares y adoptar formas hidrodinámicas en circulación. El dispositivo podrá ser utilizado en Biomedicina para el diagnóstico de alteraciones en la deformabilidad y en la capacidad de adhesión de los eritrocitos humanos, las cuales pueden conducir a la obstrucción de los microcapilares tal como ocurre en la diabetes mellitus y la hipertensión. Debido a que la información brindada por la cámara de flujo controlado es más completa que la dada por los otros equipos, permitiendo visualizar in vitro y en tiempo real ambos fenómenos, la deformación vinculada a la adhesión en función del campo de tensiones al cual se somete a las células. Esto es de importancia para comprender el comportamiento de la sangre en circulación y brinda nuevos parámetros que darían información relevante sobre algunas patologías hematológicas y vasculares relacionadas con alteraciones en estas propiedades.

* Becaria de la Fundación Nuevo Banco de Santa Fe, por el Proyecto de Innovación Tecnológica 2015.

**Contacto:** Carolina Londero, londero@ifir-conicet.gov.ar

FM12 15:05 – 15:15 hs Anfiteatro B4

## Correlación entre dos métodos diferentes para medir dosis en radioterapia.

Chiarpotti M V[1]

[1] *Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Cuyo*

La radioterapia es una forma de tratamiento basada en el empleo de radiaciones ionizantes. En ella se combinan dos ciencias para tratar el cáncer: la Física y la Medicina. El objetivo es irradiar la lesión con la dosis prescrita por el médico, manteniendo la dosis absorbida en los tejidos sanos por debajo de su tolerancia, aumentando así la Probabilidad de Control Tumoral (TCP) y a la vez disminuyendo la Probabilidad de Complicaciones de Tejido Normal (NTCP). Una de las técnicas más avanzada y de mayor complejidad es el Tratamiento de Radioterapia con Intensidad Modulada (IMRT). Consiste en la modulación del haz de radiación tratando de controlar el número de partículas en cada punto del haz de radiación (la fluencia), para conseguir

administrar dosis más homogéneas en el volumen a irradiar de los pacientes, ayudando en el control local de la enfermedad y además logrando obtener una disminución de la toxicidad en los órganos a riesgo que se asocian con la radioterapia. De manera simultánea, se trabaja para obtener y optimizar métodos de verificación de la dosis a irradiar. Se han desarrollado varios métodos para el control de calidad del IMRT que permitien evaluar el proceso, teniendo en cuenta las variables y parámetros que forman parte de la técnica. Uno de ellos es el Map Check. Este es un arreglo de diodos detectores de radiación, destinados al control dosimétrico, otro más antiguo es el de las conocidas películas radiocrómicas. En este trabajo se encuentra una correlación entre ambos métodos (MapCheck ? Películas radiocrómicas, en particular las Gafchromic EBT2). Así se pueden evaluar las virtudes de cada uno y eventualmente elegir el más conveniente al momento de evaluar la dosis de un tratamiento.

**Contacto:** Maria Vanina Chiarpotti, vani.chiarpotti@gmail.com

FM13 15:15 – 15:25 hs Anfiteatro B4

## ScOp® and Photodynamic Therapy in tissues infected by HPV

Etcheverry M E[1],Corti M A[2],Pasquale M A[1],Garavaglia M[4 5]

[1] *Instituto de Investigaciones Fisicoquímicas Teóricas y Aplicadas, CONICET y Universidad Nacional de La Plata*

[2] *Instituto de Física de La Plata, CONICET*

[4] *Instituto de Física, Facultad de Cs. Exactas, Universidad Nacional de La Plata*

[5] *Centro de Investigaciones Ópticas, CONICET La Plata - CIC-BA*

Our present work is based on previous experiences that have been started in 1979 in the medical area where ionizing and optical radiations were employed, also by taking into account all the modern optics knowledge related with the development of surgeries, treatments and diagnostics. Physicians, physicists, chemists, biochemists, biologists, veterinarians, engineers, dentists and other professionals, have participated and collaborated with us along the time. In the last two years we have found spectral similarities in the detection of cancer and infectious diseases of their natural and induced fluorescence. Specifically, in the few analyzed cases of DNA-HPV+ patients, we observed in all of their fluorescence spectra the same type of relevant peaks. We called this technical procedure Screening Óptico (ScOp®) (Part in English and part in Spanish) which is based on the observation of the excited fluorescence by lasers or LEDs emissions. The in-situ fluorescence analysis is related with biochemical and molecular changes in the tissues of patients. Then, by comparing the fluorescence spectra of healthy tissue and infected tissue we can infer that some HPV genotype is present. ScOp® makes comparative observations of the natural fluorescence spectra of a suspicious colposcopic area and its neighbour healthy area, allowing us to make a triage. So, the ScOp® study would be innovative in the field of gynecology, infectology, and oncology since it is a noninvasive diagnostic procedure which allows exploring tissues (skin and mucous membranes) several millimetres in depth. Then, the ScOp® as well as the colposcopy, produced the same results in terms of "lesion location". What is more, ScOp® will provide information about the active neoplastic process in situ. Finally, it should be mentioned that the diagnosis result by SCOP can be significantly enhanced by the administration of specific photosensitizers whose molecules will be introduced into neoplastic cells and produce a more intense fluorescent emission when they are illuminated by the same lasers or LEDs emissions. This procedure is called Photodynamic Diagnostic (PDD), which also allow us the alternative to

introduce the Photodynamic Therapy (PDT) of HPV related lesions, as applies to tumours of the head and neck, lung, esophagus, bladder, etc.

**Contacto:** Maria Eugenia Etcheverry, me_etcheverry@hotmail.com

FM14 15:25 – 15:35 hs Anfiteatro B4

## Identificación de biomarcadores del estrés en la actividad autonómica periférica en controles sanos y pacientes con desórdenes psiquiátricos

Álvarez Mercé R[1 2],Castro M N[3 4 2],Villarreal M F[4 2 1]

[1] *Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad de Buenos Aires*

[2] *Fundación para la Lucha contra las Enfermedades Neurológicas de la Infancia*

[3] *Facultad de Medicina, Universidad de Buenos Aires*

[4] *CONICET*

Los equipos de resonancia magnética nuclear de uso clínico permiten registrar imágenes de la actividad cerebral ante estímulos o tareas pautadas. Muchas veces, dado el alto grado de subjetividad del proceso mental a estudiar, no se evidencia una respuesta objetivable externamente. Así, el nivel de estrés generado ante un estímulo de esta índole no se puede cuantificar, por lo que se ignora si la persona alcanzó o no el estado mental esperado. Por tal motivo resulta conveniente buscar una forma de medirlo. El sistema nervioso autónomo (SNA) es un mediador de la respuesta al estrés, por lo que medir sus variables periféricas como la actividad electrodérmica, o las características oscilatorias de las frecuencias respiratoria y cardíaca, y su variabilidad frente a estímulos externos, posibilitaría la cuantificación objetiva de dicha respuesta. El equipo BIOPAC MP150 es un dispositivo que permite medir estas variables autonómicas a través de distintos transductores como el módulo EDA100C-MRI (conductividad de la piel), el ECG100C-MRI (electrocardiograma) y el DA100C (ciclo respiratorio), aptos para operar dentro de un resonador magnético. Se registró la respuesta de las variables autonómicas de individuos sanos (C), pacientes con trastorno límite de la personalidad (Borderline, B) y pacientes con depresión (D), mientras realizaban un paradigma de estrés aritmético, y se caracterizaron las señales obtenidas. Se observó que tanto a nivel cardíaco como respiratorio, y en la señal electrodérmica, los pacientes B presentaron una respuesta diferente frente al estrés con respecto a los otros grupos. Particularmente, mostraron mayor reactividad y menor habituación a la tarea. Esto podría estar dado por un aumento del simpático y/o una disminución del parasimpático en este grupo. Asimismo, tendría también implicancias en la sintomatología de estos pacientes.

**Contacto:** Rocío Álvarez Mercé, ralvarezmerce@hotmail.com

FM15 15:35 – 15:45 hs Anfiteatro B4

## La sensibilidad al contraste en pacientes con Glaucoma, los efectos del nivel de adaptación

Issolio L[1],Tripolone M C[1],Silva B[1],Paz Filgueira C[1],Barrionuevo P A[1]

[1] *Departamento de Luminotecnia, Luz y Visión, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán*

El glaucoma es una afección caracterizada por el aumento de la presión intraocular que provoca alteraciones en el nervio óptico. Cuanto mayor es la presión en relación a los valores normales (10 a 20 mm Hg) y cuánto mayor es el tiempo que se mantiene, mayor será el daño producido.

Como la persona no percibe síntomas de su enfermedad durante largo tiempo, al ser detectada puede estar muy avanzada causando un daño irreversible. En este trabajo proponemos usar la medida de la Función de Sensibilidad al Contraste como herramienta que puede ayudar a su temprana detección. La sensibilidad al contraste (SC) es la inversa del mínimo contraste umbral que una persona detecta en un patrón de tamaño variable, de esa forma caracteriza la visión espacial global del sistema visual humano. Existen estudios que mostraron la potencialidad de esta medida en el estudio del glaucoma y otros que mostraron cómo la electrorretinografía a niveles escotópicos (muy bajo nivel de iluminación) sugiere un déficit en el funcionamiento de bastones que son los fotorreceptores activos a esos bajos niveles. Partiendo de esos hallazgos decidimos medir la SC en pacientes con glaucoma en dos niveles de adaptación: fotópico (70 cd/m2) para frecuencias espaciales de 4 y 8 ciclos/grado y mesópico (0,7 cd/m2) para frecuencias espaciales de 2 y 4 cg. Las medidas fueron monoculares y estimulando la zona foveal. El grupo estaba formado por 45 pacientes con glaucoma en un rango de edad de 16 a 71 años. Se usó un equipo FVC100 (Tecnovinc) que cuenta con curvas de normalidad en los rangos de 20 a 49 y de 50 a 69 años. También se llevaron a cabo mediciones de presión intraocular (PIO) y relación copa-disco (CDR) que indica el grado de excavación del nervio óptico. Los valores de SC obtenidos para la condición fotópica en el caso del grupo de 6 a 49 años está por debajo del mínimo normal pero en el caso del grupo de 50 a 71 años superan el valor mínimo normal pese a estar todavía por debajo de la media normal. Esto podría deberse a que los efectos del glaucoma son ocultados por las consecuencias propias del envejecimiento del sistema visual. En el mesópico se encontraron valores de SC notablemente menores que los fotópicos, como era de esperar, pero al no contar con normales en ese nivel de iluminación no se pudo hacer una valoración del efecto del glaucoma. No obstante se encontró que los valores de ambos rangos de edad son bastante similares entre sí. Un análisis de componentes principales considerando como variables edad, PIO, CDR, SC mesópica a 4 y 8 ciclos/grado y fotópica a 2 y 4 ciclos/grado, muestra que en la primera componente principal, que explica el 38 % de los datos, la SC mesópica a 4 ciclos/grado es el factor predominante, mientras que la edad no representa la variabilidad de la muestra. Este resultado sugiere que la sensibilidad al contraste medida en niveles mesópicos podría ser capaz de evidenciar los efectos de la enfermedad.

**Contacto:** Luis Issolio, lissolio@herrera.unt.edu.ar

FM16 15:45 – 16:20 hs Anfiteatro B4

## Investigador Invitado: Centro de Radioterapias Avanzadas de Buenos Aires: Terapia con Haces de Protones

Gustavo Santa Cruz[1]

[1] *Gerente de Investigación y Desarrollo en Aplicaciones Nucleares a la Salud, Gerencia de Área de Medicina Nuclear y Radioterapia CNEA*

La protonterapia es una modalidad avanzada de radioterapia que utiliza protones de altas energías para el tratamiento de tumores sólidos, con alta efectividad y baja toxicidad en tejido sano. Existen patologías en las que la protonterapia ha demostrado una clara ventaja terapéutica frente a otras modalidades de tratamiento, por ejemplo, cordomas (tumores en base del cráneo y en cualquier lugar del recorrido de la columna vertebral), melanoma ocular y tumores del sistema nervioso central (SNC) en niños (astrocitomas, gliomas del tronco encefálico, ependimomas, tumores de células germinales, meduloblastoma y otros). Sólo en nuestro país y en un año, es esperable tener alrededor de 1300 pacientes pediátricos con tumores del SNC, quienes se

beneficiarían enormemente al poder contar con esta opción terapéutica, disponible en Argentina (y en toda Latinoamérica) dentro de unos pocos años. Como toda técnica en progreso y con resultados promisorios pero aun no del todo afianzada, es imprescindible llevar a cabo actividades de Investigación y Desarrollo (I&D) en todos los aspectos técnicos asociados, incluyendo I&D en ingeniería y tecnología, en computación e imágenes, en física, en radiobiología y a través de la realización de ensayos pre-clínicos con animales. Asimismo, es importante diseñar e implementar nuevos protocolos de investigación clínica para patologías candidatas a ser tratadas con protones, donde no existe una opción terapéutica efectiva al día de hoy. En esta charla describiremos la física involucrada, las máquinas e instalaciones dedicadas, los aspectos clínicos, las distintas técnicas de irradiación, las incertezas asociadas a la entrega de dosis, los aspectos radiobiológicos y el estado del arte de la investigación clínica en protonterapia. Asimismo, describiremos el futuro centro, sus características, infraestructura y detalle del sector de protonterapia, así como las actividades de Investigación y Desarrollo que se llevarán a cabo en el futuro laboratorio de haces de protones del mismo.

**Contacto:** Gustavo Santa Cruz, santacr@cnea.gov.ar

16:20 – 16:30 hs Anfiteatro B4

## Clausura de la Reunión de División

# FÍSICA NUCLEAR

## MIÉRCOLES 05

FN1 14:30 – 16:30 hs Aula 2-4-2

**Charlas y cronograma a confirmar**

# FLUIDOS Y PLASMAS

## MARTES 04

FyP1 14:00 – 14:20 hs Aula 2-4-5

### Estudio experimental del mojado y demojado en la ruptura de filamentos

Ravazzoli P[1],Cuellar I[1],González A[1],Diez J[1]

[1] *Instituto de Física Arroyo Seco (CIFICEN-CONICET), Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires*

En este trabajo se estudia la evolución de los procesos de mojado y demojado que ocurren en la ruptura de un filamento líquido depositado sobre un substrato horizontal. El líquido es aceite siliconado (PDMS) y el substrato es vidrio previamente recubierto por una solución fluorada que disminuye la energía de superficie del mismo, y provoca que el PDMS moje parcialmente el substrato. Mediante la captura lateral y desde arriba de imágenes del filamento es posible describir detalladamente la evolución temporal de la posición y el ángulo de contacto en el extremo que se retrae, así como también su perfil de altura y la forma de toda la línea de contacto. Se estudia el ciclo de histéresis del ángulo de contacto y su relación con la dinámica de los procesos de mojado y demojado. Los datos extraídos del estudio experimental del este ciclo son comparados con modelos de la retracción y ruptura del filamento basados en simulaciones numéricas de la ecuación de Navier-Stokes.

**Contacto:** Pablo Ravazzoli, pravazzoli@exa.unicen.edu.ar

FyP2 14:20 – 14:40 hs Aula 2-4-5

### Movimiento de burbujas en canales de geometría variable

Pavlov L A[1 2],Albarracín P[1],Cachile M A[1 2],DAngelo M V[1 2],Freytes M V[1 2],Ern P[3]

[1] *Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ingeniería, Grupo de Medios Porosos, LIA*

[2] *CONICET*

[3] *Institut de Mécanique des Fluides de Toulouse, Toulouse, Francia*

En este trabajo se estudia la interacción entre las burbujas y la estructura del medio por el que se transportan (canales de paredes de borde liso u ondulado), en función del tamaño de las mismas y de las características del fluido que las forma. En particular se estudia el movimiento en medios confinados que modelan medios porosos reales o sistemas orientados a aplicaciones industriales.

Se estudió el movimiento por flotabilidad de burbujas en una celda de Hele Shaw, de apertura H colocada verticalmente y saturada completamente con un líquido newtoniano, que en su interior posee un canal de ancho variable, W. Se analizó la influencia del tamaño relativo entre burbujas respecto del confinamiento lateral (tamaño de la burbuja respecto del ancho del canal) sobre la deformación, velocidad e inestabilidades en el movimiento de las mismas. Se estudió el campo de velocidades de la estela producida por las burbujas mediante técnicas de PIV. Se realizaron ensayos variando la geometría del canal, con el objeto de simular la rugosidad presente en medios naturales por un lado, y heterogeneidad en el flujo presente en medios naturales y sistemas

industriales, por otro (por ejemplo variaciones del ancho del canal y/o presencia de obstáculos) analizando las mismas magnitudes y comportamientos que en el caso anterior.

**Contacto:** Lucas Alejo Pavlov, lucaspavlov@gmail.com

FyP3 14:40 – 15:00 hs Aula 2-4-5

## Influencia de la viscosidad y la geometría en la formación de microgotas en junturas T

Minazzoli C[1],Luengo J[1],Rosen M[1],DAngelo V[1 2],Cachile M[1 2],Freytes M[1 2]

[1] *Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ingeniería, Grupo de Medios Porosos, LIA*

[2] *CONICET*

Se investigó la formación de gotas en dispositivos microfluídicos con juntura T. Se estudió el desarrollo de la inestabilidad que se desarrolla entre dos fluidos inmiscibles en el encuentro entre dos canales en la microescala, formando gotas de tamaño y frecuencia de producción controlados. A fin de analizar la influencia de los diferentes parámetros de control se varió la viscosidad y densidad de los fluidos utilizados. A su vez se modificó la geometría de los microcanales. Se analizaron canales de diferentes dimensiones. Se analizaron los tiempos de ruptura y la longitud de onda en función de los caudales de inyección de ambos fluidos. Para ello se registraron imágenes de la formación de las gotas mediante microscopía y analizamos la formación y ruptura del frente por tratamiento de imagen. En los casos que fue posible se estudiaron diferentes regímenes de formación y se analizó el mecanismo de ruptura, identificando los regímenes en los cuales el mecanismo es dominado por el número capilar y aquellos en los cuales el mecanismo es manejado por gradientes abruptos de presión.

**Contacto:** Mariana Freytes, mfreytes@conicet.gov.ar

FyP4 15:00 – 15:20 hs Aula 2-4-5

## Caracterización de recubrimientos bicapas Ti/TiN sobre aceros SAE 4140 crecidos con un arco catódico con implantación iónica

Quintana J P[1 2],Vega D[3],Aguirre A[4],Marquez A[1 2]

[1] *Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Departamento de Física, Buenos Aires, Argentina*

[2] *Universidad de Buenos Aires, Consejo Nacional de investigaciones Científicas y Técnicas, Instituto de Física del Plasma (INFIP), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Buenos Aires, Argentina*

[3] *Departamento de Física de Materia Condensada, GIyA, CNEA, CAC*

[4] *Grupo de Materiales y Nanotecnología, YPF Tecnología S.A.*

El desarrollo de tratamientos de superficies es un tema de gran interés en la investigación básica y en el campo tecnológico, a través de ellos se busca mejorar las prestaciones de los materiales sin modificar sus características en volumen. Esto ha impulsado tanto la implementación de nuevas técnicas para el tratamiento de superficies como la búsqueda de nuevos materiales o nuevas estructuras de escala nanométrica. Las tecnologías de plasma destinadas al tratamiento de superficies han resultado muy atractivas para la obtención de recubrimientos con una amplia variedad de aplicaciones. En particular los arcos catódicos presentan una alta tasa de crecimiento que permiten obtener films compactos y con buena adhesión. El objetivo del presente trabajo fue la

optimización y caracterización films delgados bicapa de Titanio/Nitruro de Titanio sobre sustratos de acero SAE 4140 crecidos empleando un arcos catódico. Se compararon las propiedades de los films obtenidos variando las temperaturas de los sustratos entre 300°C y 450°C durante el proceso de crecimiento y combinando el proceso con implantación iónica por inmersión en plasmas. Se evaluó la adhesión de los recubrimientos mediante técnicas de Scrach Test con carga fija y ensayos normados de Indentación Instrumentada Rockwell C. Además fue estudiada la microdureza del conjunto sustrato recubrimiento. Mediante XRD se identificaron las fases presentes en el sistema cristalino, la presencia de TiN y las dimensiones de la celda unidad. Además fue estimado el tamaño de cristalita debido al ensanchamiento de los picos y la presencia de macrotensiones característica de los arcos catódicos.

**Contacto:** Juan Pablo Quintana, juan_pablo_quintana@hotmail.com

FyP5 15:20 – 15:40 hs Aula 2-4-5

## Optimización de un Propulsor de Plasma Pulsado para Satélites Pequeños

Olego Tiscornia J M[1],Pardo Pintos A J[1],Marquez A[1],Grondona D[1]

[1] *Universidad de Buenos Aires, Consejo Nacional de investigaciones Científicas y Técnicas, Instituto de Física del Plasma (INFIP), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Buenos Aires, Argentina*

La creciente demanda de un sistema de propulsión eficiente para ser empleado en una nueva generación de satélites pequeños, de baja masa, que requiera baja potencia y de bajo costo, ha llevado a retomar el interés en el estudio de los PPT (Plasma Pulsed Thruster). El objetivo del trabajo es la optimización del diseño del sistema PPT desarrollado en el INFIP para aumentar el impulso cedido por descarga. El objetivo del trabajo es la optimización del diseño del sistema PPT desarrollado en el INFIP para aumentar el impulso cedido por descarga[1][2]. Han habido dos trabajos en los que se buscó dicha optimización, los cuales sentaron una base. En este, se reportarán los resultados obtenidos con una configuración trielectródica, que consiste en un electrodo central de Cobre cilíndrico que actuará de cátodo, y dos electrodos externos cilíndricos organizados de manera coaxial que actuarán de ánodos, también compuestos de Cobre. El electrodo central está separado del secundario por teflón dopado con carbono, y el secundario del terciario por teflón virgen. Como el teflón dopado es conductor y se busca que la corriente circule por la superficie frontal, se recubre al electrodo central de material termo-contraíble aislante. El circuito eléctrico de la descarga consta de un capacitor de 6,6 $\mu F$ que se carga a voltajes entre 600 y 1000V.

La inversión de cátodo y ánodo, en comparación a anteriores trabajos [1] [2], permite la exclusión de un circuito regulador que actúe como llave entre el segundo electrodo y tierra simplificando el sistema, adaptándolo a motores a un más pequeños.

Se probaron distintos diámetros del electrodo central, así como distintos valores en el dopaje de carbono del teflón, encontrándose que la más eficiente es aquella de diámetro $(3{,}5 \pm 0{,}1)$mm y dopaje del 15 %. Esta configuración tiene una efectividad del $99{,}8\,\%$ en cuanto a la generación de una corriente entre el electrodo central y el electrodo externo, por cada descarga del banco de capacitores. Los valores máximos de corriente alcanzados fueron $\sim 850$ y se alcanzó un total de 25000 descargas.

Para comprobar la masa ablada se colocó una muestra de cobre en frente del jet de plasma, obteniendo una masa depositada de $(0{,}5 \pm 0{,}1)$mg.

En conclusión, se logró encontrar una configuración trielectródica que no sólo soporte un

alto número de descargas, sino que también sea la configuración que genere un mayor valor de corriente, de manera tal de aprovechar al máximo la energía disponible.

[1] Biondi, Yanina; 'Optimización de un propulsor de plasma pulsado trielectródico para satélites pequeños.'; Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Departamento de Física, Laboratorio 6 y 7 - INFIP; Diciembre 2015. [2]Roitberg, Esteban; 'Desarrollo de un propulsor de plasma pulsado para satélites pequeños', Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Departamento de Física, Laboratorio 6 y 7 - INFIP; 2013-2014.

**Contacto:** Joaquin Manuel Olego Tiscornia, olegojoaquin@gmail.com

FyP6 15:40 – 16:00 hs Aula 2-4-5

## Difusión de Partículas Alfa en Plasmas Magnetizados

Clauser C F[1 2],Farengo R[1 3],García Martinez P[2 4]

[1] *Instituto Balseiro - Universidad Nacional de Cuyo*

[2] *Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas*

[3] *Comisión Nacional de Energía Atómica*

[4] *Universidad Nacional de Rio Negro*

Estudiamos la difusión de partículas alfa, en plasmas magnetizados, debida al cambio de carga por procesos atómicos (*Difusión inelástica*). En una primera instancia, hemos determinado qué procesos atómicos son relevantes [1]. Para un caso simple (campo magnético homogéneo), presentamos cálculos analíticos y numéricos [2,3] que muestran que los procesos atómicos inelásticos, que cambian de carga la las partículas alfas, pueden ser significativos e incrementar la difusión de estas partículas en la zona del pedestal y del borde del plasma. Para los cálculos numéricos, hemos desarrollado un código que se ejecuta en procesadores gráficos (GPUs) y utiliza un método Monte Carlo para incluir la interacción de las partículas alfa con las especies del plasma consideradas ($e, \mathrm{D}^+, \mathrm{D}^0, \mathrm{D}_2^0, \mathrm{He}^+, \mathrm{He}^0$). Además, mostramos que los gradientes en las densidades y temperaturas del plasma, originan un flujo de partículas hacia el interior del plasma [3]. Finalmente, estudiamos este fenómeno en un equilibrio 2D como el que será utilizado en el futuro reactor ITER [4]. En este caso mostramos cómo se modifica el flujo de partículas hacia las paredes del reactor y el divertor al considerar la difusión inelástica.

[1] https://www-amdis.iaea.org/ALADDIN/

[2] G. Fussmann, Contrib. Plasma Phys. 37, 363 (1997).

[3] C. F. Clauser and R. Farengo, Phys. Plasmas 22, 122502 (2015).

[4] http://www.iter.org/

**Contacto:** César Fernando Clauser, cesar.clauser@gmail.com

# MIÉRCOLES 05

FyP7 14:30 – 14:50 hs Aula 2-4-5

## Dispersión en un flujo oscilante

Roht Y L[1],Hulin J P[2],Chertcoff R[1],Salin D[2],Auradou H[2],Ippolito I[1 3]

[1] *Grupo de Medios Porosos, Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires*

[2] *FAST, Université Paris Sud 11, Orsay, Francia*

[3] *Investigador/a CONICET*

Se estudió experimentalmente el proceso de mezcla y dispersión hidrodinámica de un trazador pasivo en un flujo newtoniano oscilante dentro de celdas bidimensionales. En una primera instancia se trabajó con dos paredes lisas para tener una apertura constante, y luego con una que tenía una distribución aleatoria de obstáculos cilíndricos y la otra pared era lisa manteniendo la misma apertura efectiva.

Se construyó un dispositivo experimental que permitió desarrollar el flujo oscilante (sinusoidal) dentro de la celda pudiendo controlar tanto el período como la amplitud de la oscilación. Se realizaron experiencias en un rango de amplitudes de desplazamiento entre 2 - 40 mm; y para períodos de la oscilación entre 2 - 6000 seg. Inicialmente, la mitad de la celda se encuentra saturada con una solución newtoniana y la otra mitad con la misma solución con trazador pasivo, generándose de esta manera un perfil de concentración tipo escalón a lo largo de la celda. Durante las experiencias se registran las variaciones de concentración de trazador en todo punto de la celda y durante todo el tiempo de tránsito.

Para complementar el estudio en el caso la celda de paredes lisas, se realizó una simulación del tipo 'Monte Carlo' de forma tal de poder estudiar la distribución del trazador en el espesor de la misma.

Se encontraron diferentes regímenes de dispersión hidrodinámica del trazador y se puso en evidencia que el parámetro apropiado para definir cada uno de ellos es la relación entre el tiempo característico de difusión molecular $\tau_m$ a través del espesor de la celda y el período de la oscilación del flujo $T$.

**Contacto:** Yanina Lucrecia Roht, lucreroht@gmail.com

FyP8 14:50 – 15:10 hs Aula 2-4-5

## Movimiento oscilatorio de un cilindro en geometría confinada

DAngelo M V[1 2],Hulin J P[3],Auradou H[3],Cachile M[1 2]

[1] *Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ingeniería, Grupo de Medios Porosos, LIA*

[2] *CONICET*

[3] *Laboratorio FAST CNRS UMR 7608, Orsay, Francia*

En este trabajo se presenta el estudio del movimiento de sedimentación de un cuerpo cilíndrico con varias longitudes L, en una celda de Hele Shaw vertical, en presencia de un fluido viscoso, para un confinamiento fuerte (relación entre el diámetro D del cilindro y la apertura H de la celda, D/H=0,78). Para distintas longitudes del cilindro (L $\gg$ D) se observa oscilaciones periódicas del ángulo del eje del cilindro con la horizontal y de la ubicación horizontal de su centro de

gravedad. Mediante una cámara de alta resolución se adquieren imágenes que permiten determinar la velocidad de sedimentación, la frecuencia y la amplitud de las oscilaciones. Se analiza la velocidad de sedimentación y la frecuencia de las oscilaciones en función de distintos parámetros (relación L/W, viscosidad del fluido y densidad del cilindro). Para la frecuencia f, los valores del número de Strouhal St en función del número de Froude Fr muestran un excelente colapso para todas las variables analizadas: esto indica que f no depende de la viscosidad. Sin embargo, la velocidad de sedimentación depende tanto de la viscosidad como de la inercia.

**Contacto:** María Verónica DÁngelo, vdangelo@fi.uba.ar

FyP9 15:10 – 15:30 hs Aula 2-4-5

## Transporte de partículas Lagrangianas en turbulencia estratificada

Sujovolsky N E[1 2],Mininni P[1 2]

[1] *Instituto de Física de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales CONICET- Universidad de Buenos Aires*

[2] *Departamento de Fisica, FCEyN, UBA*

El fenómeno de la turbulencia es ubicuo en una gran variedad de flujos, desde flujos geofísicos y astrofísicos hasta flujos industriales. Una de sus principales características es la eficiencia para transportar y mezclar cantidades que son arrastradas por el fluido. En el caso particular de turbulencia estratificada, la comprensión de los mecanismos físicos involucrados es relevante, por ejemplo, para modelar correctamente el transporte de contaminantes en la atmósfera, la suspensión de gotas en nubes, y la formación de granizo. En estos flujos la presencia de fuerzas restitutivas de empuje asociadas a la estratificación permite el desarrollo de ondas de gravedad, que interactúan entre si y con estructuras en el flujo, modificando la dinámica del fluido y, en particular las propiedades de transporte de la turbulencia. Dicha interacción es poco comprendida y motiva el objetivo particular de este trabajo: estudiar la evolución de partículas Lagrangianas en flujos estratificados con coexistencia de vórtices y ondas, con el fin de caracterizar las diferentes escalas temporales en las que los vórtices o las ondas dominan en el transporte y en la aceleración de las partículas. Realizamos simulaciones de turbulencia estratificada con una resolución espacial de 512x512x512 puntos de grilla y con 100.000 partículas Lagrangianas, variando la frecuencia de Brunt−Väisälä (correspondiente a la frecuencia de ondas de gravedad internas, y asociada al grado de estratificación del fluido), y la forma del forzado mecánico. Estudiamos el espectro de frecuencias Lagrangiano, y encontramos un espectro compatible con el de Garrett-Munk para la velocidad vertical de las partículas, con un máximo en la frecuencia de ondas de gravedad internas, también presentaremos resultados preliminares de estudio de mezclado de trazadores usando estadística de tiempos de espera.

**Contacto:** Nicolas Eduardo Sujovolsky, sujovolsky@df.uba.ar

FyP10 15:30 – 16:00 hs Aula 2-4-5

## Reunión de División (temática de discusión abierta)

# FUNDAMENTOS E INFORMACIÓN CUÁNTICA

## MARTES 04

FeIC1 14:00 – 14:20 hs Aula 1-0-1

### Entrelazamiento en sistemas fermiónicos

Gigena N A[1],Rossignoli R[1]
[1] *Instituto de Física, Facultad de Cs. Exactas, Universidad Nacional de La Plata*

Se estudia el entrelazamiento en estados puros y mixtos de sistemas fermiónicos con espacio de Hilbert de una partícula $\mathcal{H}$ y con un número de fermiones no necesariamente fijo. Se considera primero el entrelazamiento entre un modo en $\mathcal{H}$ y su complemento ortogonal, y se define la entropía de entrelazamiento para esta partición. Luego se introduce la suma de esta cantidad sobre todos los modos de una base determinada de $\mathcal{H}$ como una medida del entrelazamiento total del sistema respecto de la base elegida, y se muestra que su mínimo sobre todas las bases posibles es función de la matriz densidad de un cuerpo. Además se muestra que, si en la optimización se incluyen bases relacionadas mediante transformaciones de Bogoliubov, entonces el entrelazamiento es función de la matriz densidad de un cuerpo generalizada. Estos resultados se aplican luego al estudio del entrelazamiento en sistemas con $\dim(\mathcal{H}) = 4$. Para estados puros generales se introduce un análogo fermiónico de la concurrencia que generaliza resultados ya obtenidos para sistemas de dos fermiones, y se muestra que la entropía de entrelazamiento definida anteriormente se relaciona con esta concurrencia mediante una expresión análoga a la ya conocida para estados de dos qubits. Finalmente la definición de concurrencia se extiende a estados mezcla y se deriva una expresión analítica exacta para la misma.

**Contacto:** Nicolas Alejandro Gigena, gigena.nicolas@gmail.com

FeIC2 14:20 – 14:40 hs Aula 1-0-1

### Crossover dimensional en cuantificadores de entrelazamiento para el modelo de Calogero.

Garagiola M[1],Cuetas E[1],Pont F M[1],Serra P[1],Osenda O[1]
[1] *Facultad de Matemática Astronomía y Física - Universidad Nacional de Córdoba*

En el presente trabajo se estudian los números de ocupación y la entropía de von Neumann del estado fundamental del modelo de Calogero de dos partículas en una y dos dimensiones como función del parámetro de interacción.

Mostramos que en el caso unidimensional la entropía de von Neumann tiene un comportamiento no monótono y en el límite de interacción fuerte converge a un valor finito el cual puede ser calculado en forma exacta. En el caso de dos dimensiones se analizaron los casos de confinamiento isotrópico y anisotrópico. Para el caso isotrópico se muestra que la entropía de von Neumann es una función divergente del parámetro de interacción. Para ambos casos se derivó a partir de la aproximación armónica en el régimen de interacción fuerte, la descomposición de Schmidt de la matriz densidad reducida de una partícula y se analizó el comportamiento de dicha entropía como función del parámetro de anisotropía en el potencial de confinamiento armónico.

Se observa que a medida que nos acercamos al confinamiento isotrópico la entropía diverge logarítmicamente mientras que para parámetros de anisotropía grandes se obtiene el resultado unidimensional, indicando un crossover dimensional en este cuantificador de entrelazamiento.

**Contacto:** Mariano Garagiola, marianogaragiola@gmail.com

FeIC3 14:40 – 15:00 hs Aula 1-0-1

## Entropía de entrelazamiento de dos partículas en una trampa armónica anisotrópica en el límite de interacción fuerte.

Cuestas E[1 2],Garagiola M[1 2],Pont F[1 2],Osenda O[1 2],Serra P[1 2]

[1] *Instituto de Física Enrique Gaviola de Córdoba, CONICET-UNC*

[2] *Facultad de Matemática Astronomía y Física - Universidad Nacional de Córdoba*

En el presente trabajo estudiamos la entropía de von Neumann como medida del entrelazamiento cuántico de dos partículas fuertemente interactuantes vía potenciales de tipo potencia inversa y potencia inversa apantallado como función de los parámetros del problema. Mostramos que para los dos tipos de interacción el comportamiento de la entropía es fundamentalmente distinto, tanto en función de los parámetros como de la dimensión.

En el caso del potencial de interacción no apantallado, independientemente de la potencia del potencial de interacción, la entropía de von Neumann disminuye con la anisotropía de la trampa. Mostramos además que en el límite de interacción fuerte, la entropía de von Neumann diverge logarítmicamente cuando el sistema es mas isotrópico para dimensiones mayores que uno.

Cuando incluimos apantallamiento exponencial la entropía de entrelazamiento diverge logarítmicamente para parámetros de interacción lo suficientemente grandes, en todas las dimensiones e independientemente del parámetro de anisotropía y de la potencia del potencial de interacción.

**Contacto:** Eloisa Cuestas, eloisacuestas@gmail.com

FeIC4 15:00 – 15:20 hs Aula 1-0-1

## Entrelazamiento sistema-tiempo en un modelo discreto de evolución cuántica

Boette A[1],Rossignoli R[1],Gigena N[1],Cerezo M[1]

[1] *Instituto de Física, Facultad de Cs. Exactas, Universidad Nacional de La Plata*

Se presenta un modelo discreto de evolución cuántica basada en correlaciones entre el sistema de estudio y un reloj cuántico de referencia, presentes en un estado que describe la 'historia' global del sistema. A través del mismo, se introduce el concepto de entrelazamiento sistema-tiempo como una medida de la distinguibilidad de la evolución cuántica. Esta cantidad, como es de esperarse, se anula para estados estacionarios y es máxima para sistemas que saltan a un nuevo estado ortogonal en cada paso temporal.

En el caso de un Hamiltoniano constante, se obtiene un circuito cuántico capaz de representar la evolución de $2^n$ pasos de tiempo en términos de sólo $n$ qubits de tiempo y $n$ control gates. El entrelazamiento resultante queda determinado por la distribución sobre los distintos autoestados de energía y satisface, en el caso de una evolución cíclica, un principio de incerteza entrópico entre energía y tiempo.

A su vez, se examina la evolución de estados mixtos y se proveen expresiones analíticas tanto para el caso básico de 'qubit clock', como para el límite continuo de la evolución entre dos estados.

**Contacto:** Alan Boette, alanpboette@gmail.com

FeIC5 15:20 – 15:40 hs Aula 1-0-1

## Medidas de correlaciones cuánticas a partir de entropías generalizadas

Portesi M[1],Bellomo G[1],Bosyk G M[1],Holik F[1],Lamberti P W[2],Zozor S[3]

[1] *Instituto de Física de La Plata, CONICET*

[2] *Facultad de Matemática, Astronomía y Física, Universidad Nacional de Córdoba*

[3] *Gipsa-lab, Grenoble, Francia*

Estudiamos las propiedades de entropías cuánticas generalizadas inspiradas en las $(h, \phi)$-funcionales que habían sido introducidas por Salicrú para distribuciones clásicas. Las versiones cuánticas proveen una gran familia de formas entrópicas, y comprenden algunas ya conocidas como la de von Neumann y otras. Analizamos el comportamiento bajo la acción de operaciones cuánticas. Para ciertas subfamilias, discutimos el problema de detección de entrelazamiento y la aplicación como medida de correlaciones cuánticas para sistemas bipartitos.

**Contacto:** Mariela Portesi, portesi@fisica.unlp.edu.ar

# MIÉRCOLES 05

FeIC6 14:30 – 14:50 hs Anfiteatro B2

## Coherencia, entrelazamiento y discordia en la frontera de los mundos clásico y cuántico.

Matera J M[1] [2],Egloff D[2],Killoran N[2],Plenio M B[2]

[1] *Instituto de Física La Plata, Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas, UNLP - CONICET*

[2] *Institut für Theoretische Physik - Universität Ulm*

Una de las características que distinguen a los sistemas cuánticos de sus contrapartes clásicas es el fenómeno de interferencia estadística, que resulta de la superposición coherente de estados. Recientemente se propuso una teoría de recursos, análoga a la del entrelazamiento, para cuantificar el grado de coherencia cuántica de un estado[1]. En esta presentación, discutiré una propuesta de generalización de esta teoría al caso de sistemas bipartitos[2], donde una de las partes tiene acceso a operaciones cuánticas generales, mientras que la otra sólo tiene acceso a a operaciones que no pueden originar coherencias cuánticas en su estado local, ni correlaciones cuánticas sobre el estado global. Además, mostraré cómo este formalismo se relaciona con la teoría de entrelazamiento estándar, y con la teoría de la discordia cuántica. Finalmente, discutiré la aplicación al análisis de algoritmos cuánticos de la familia DQC1.

[1] Phys. Rev. Lett. 113, 140401 (2014).

[2] http://arxiv.org/abs/1512.07486 (2015)

[3] Phys. Rev. Lett. 81, 5672 (1998)

**Contacto:** Juan Mauricio Matera, matera@fisica.unlp.edu.ar

FeIC7 14:50 – 15:10 hs Anfiteatro B2

## Manipulando Excitaciones de Espín en Átomos Magnéticos.

Ferrón A[1]
[1] *UNNordeste*

La superficie de Cu(100) recubierta con una monocapa de Cu2N ha resultado ser un sistema espectacular para estudiar y diseñar propiedades electrónicas de átomos magnéticos aislados utilizando Microscopía de Efecto Túnel (Scanning Tunneling Microscopy - STM) [1-3]. La porción inelástica de la corriente de túnel a través de un átomo magnético aislado permite un acceso único para leer y cambiar el estado de espín del átomo, pero también proporciona un canal para la relajación espontánea y la decoherencia. La STM es una herramienta que, gracias a los avances tecnológicos de la última década, permite realizar mediciones de superficies de materiales con resolución espacial a escala atómica. Además permite depositar átomos en la parte superior de las superficies y acomodarlos con precisión a escala atómica. Esto nos ofrece una oportunidad única para construir estructuras de un átomo a la vez y diseñar sistemas y dispositivos nanoestructurados que no existen en la naturaleza. Durante la charla analizaremos los últimos experimentos realizados con STM en átomos magnéticos en Cu2N/Cu(100) y MgO/Ag(100) analizando los efectos del acoplamiento de los átomos con la superficie. Para finalizar prestaremos especial atención a un trabajo reciente [4] en el cual proponemos anular por completo los canales inelásticos para las transiciones orbitales y de espín mediante una modificación geométrica controlada del entorno del átomo, utilizando STM. El cierre controlado del canal inelástico permitiría apagar a voluntad los efectos de decoherencia y relajación, allanando el camino para la manipulación coherente del spin en los átomos aislados.

[1] C. F. Hirjibehedin, C. P. Lutz, and A. J. Heinrich, Science 312, 1021 (2006).

[2] C. Hirjibehedin, C-Y Lin, A. F. Otte, M. Ternes, C. P. Lutz, B. A. Jones, and A. J. Heinrich, Science 317, 1199 (2007).

[3] A. F. Otte, M. Ternes, K. von Bergmann, S. Loth, H. Brune, C. P. Lutz, C. F. Hirjibehedin, and A. J. Heinrich, Nat. Phys. 4, 847 (2008).

[4] B. Bryant, R. Toskovic, A. Ferrón, J. L. Lado, A. Spinelli, J. Fernández-Rossier, and A. F. Otte, Nano Lett. 15, 6542 (2015).

FeIC8 15:10 – 15:30 hs Anfiteatro B2

## Coherencias Cuánticas Múltiples para la evolución dipolar escaleada en RMN

Sánchez C M[1],Buljubasich L[1 2],Pastawski H M[1 2],Chattah A K[1 2]
[1] *Facultad de Matemática Astronomía y Física - Universidad Nacional de Córdoba*
[2] *Instituto de Física Enrique Gaviola de Córdoba, CONICET-UNC*

En este trabajo presentamos experimentos de reversión temporal de Resonancia Magnética Nuclear (RMN), en sistemas de espines bajo la evolución del Hamiltoniano dipolar escaleado. Analizamos el eco de Loschmidt (LE) que en RMN es la señal de una excitación que, después de evolucionar con un hamiltoniano *forward*, se recupera por medio de una evolución *backward*. En los experimentos se utilizan dos muestras que representan sistemas de espines con diferentes redes de acoplamiento. Los protones en adamantano corresponden a una red infinita, mientras que el cristal líquido 5cb en la mesofase nemática representa un sistema de protones finito con un conjunto jerárquico de acoplamientos. Ponemos en práctica la evolución dipolar escaleada. En

adamantano los resultados experimentales de los ecos de Loschmidt mostraron una dispersión de las tasas de atenuación que se correlacionan directamente con los factores de escala k, dando evidencia de que la decoherencia se rige en parte por la dinámica coherente. Se aplicó la teoría de Hamiltoniano promedio para dar una idea de la dinámica durante la secuencia de pulsos. Se observaron las coherencias cuánticas múltiples para diferentes valores del factor de escala k las cuales muestran una concordancia excelente cuando el tiempo se escalea correspondientemente. Esperamos, en el cristal líquido, encontrar una correspondencia entre la decoherencia evidenciada por el LE, con las evoluciones de las coherencias con distintos factores de escala.

References:

1. Sánchez, CM; Levstein, PR; Buljubasich, L; Pastawski, HM; Chattah; AK. (2016) in Press Quantum dynamics of excitations and decoherence in many-spin systems detected with Loschmidt echoes: its relation to their spreading through the Hilbert space. Phil. Trans. R. Soc. A. 20150155. http://dx.doi.org/10.1098/rsta.2015.0155

2. Buljubasich, L; Sánchez, CM; Levstein, PR; Dente, AD; Pastawski, HM; Chattah; AK. Journ. Chem. Phys. 143, 164308 (2015). Experimental quantication of decoherence via the Loschmidt Echo in a many spin system with scaled dipolar Hamiltonians.

3. Sánchez, CM; Acosta, RH; Levstein, PR; Pastawski, HM; Chattah; AK. Phys. Rev. A 90, 042122 (2014). Clustering and decoherence of correlated spins under double quantum dynamics

**Contacto:** Claudia Marina Sánchez, claudia@famaf.unc.edu.ar

FeIC9 15:30 – 15:50 hs Anfiteatro B2

## La interacción de la materia y un campo electromagnético como un juego cuántico

Kowalski A M[1]

[1] *Instituto de Física, Facultad de Cs. Exactas, Universidad Nacional de La Plata*

La dinámica de un sistema de dos niveles interactuando con un campo electromagnético clásico, es pensada como un juego entre un jugador cuántico y clásico, cuyas estrategias residen en la elección de las condiciones iniciales. Se consideran, estados cuánticos con overlapping parcial y estados ortogonales (distinguibles).

**Contacto:** Andres Mauricio Kowalski, kowalski@fisica.unlp.edu.ar

FeIC10 15:50 – 16:10 hs Anfiteatro B2

## Refrigeradores cuánticos: límites fundamentales para procesos de enfriamiento y el origen de la Tercera Ley

Freitas N[1]

[1] *Universidad de Buenos Aires*

Se estudian procesos de enfriamiento en una clase de máquinas térmicas que consiste en sistemas armónicos conectados a entornos térmicos y cuyos parámetros (frecuencias y acoplamientos) pueden ser modificados en el tiempo. Se obtienen resultados exactos que no requieren ciertas aproximaciones comúnmente utilizadas en la literatura (acoplamiento débil con el entorno y dinámica Markoviana). Usando estas expresiones se obtiene una prueba novedosa de la tercera ley de la termodinámica (en la versión dinámica de Nernst). Se demuestra que existe un proceso fundamental de calentamiento que domina a muy bajas temperaturas: la creación de pares de excitaciones en los entornos inducida por la ejecución de un proceso termodinámico. Este efecto

es análogo al efecto Casimir dinámico y no es capturado por tratamientos usuales basados en la aproximación de acoplamiento débil. Así, es posible estimar la mínima temperatura que es posible alcanzar dada una determinada estrategia de enfriamiento.

# MATERIA CONDENSADA

## MARTES 04

MC1 14:00 – 14:20 hs Anfiteatro A1

### Transporte eléctrico fuera del equilibrio. Una aproximación basada en el Método de Inmersión Invariante. Aplicación a casos de Fotoconductividad persistente en microhilos semiconductores.

Figueroa C M[1]

[1] *Laboratorio de Fisica del Solidos, Dpto. Fisica, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán*

La conducción eléctrica en los dispositivos semiconductores es generalmente un fenómeno de transporte en el que el número de portadores de carga no es una constante. Los procesos de recombinación y de generación de portadores están presentes en todos estos materiales, por lo que la conducción se realiza bajo un régimen de no-equilibrio. En este trabajo, se presenta un modelo en el que la conducción se describe como un proceso de transmisión a través de un medio que puede también, reflejar, absorber o incluso generar portadores. Por medio del Método de Inmersión Invariante, se deducen las expresiones analíticas de los coeficientes de transporte, a partir de los cuales se define la resistencia eléctrica. Estas expresiones se quedan expresadas en función de parámetros tales como las secciones eficaces de recombinación,las tasas de generación de portadores o los tiempos de relajación. Se incluye una aplicación a microhilos de ZnO y SrTiO3 que presentan fotoconductividad persistente.

**Contacto:** Carlos Miguel Figueroa, cfigueroa@herrera.unt.edu.ar

MC2 14:20 – 14:40 hs Anfiteatro A1

### Efectos de nanoconfinamiento en la adsorción electrostática de polielectrolitos

Albanese F[1],Saint André S[1],Tagliazucchi M[2],Soler Illia G[3]

[1] *Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad de Buenos Aires*

[2] *Ins. de Química Física de los Materiales, Medio Ambiente y Energía, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires*

[3] *Universidad Nacional de San Martín*

Los films mesoporosos son películas delgadas que presentan una estructura porosa ordenada. El diseño de materiales con dichas características y su posterior infiltración de polímeros se ha convertido en una área fértil de la ciencia en la última década, debido a sus posibles aplicaciones en el sector industrial, tales como transporte de fármacos [1], sensores [2] y membranas en bacterias [3] entre otras.

En este trabajo se tuvo como objetivo entender el proceso de infiltración de polielectrolitos en nanoporos. Para ello, fue necesaria la síntesis de films de silica mesoporosa ($SiO_2$) sobre sustratos de sílice e ITO (Indium tin oxide: Vidrios transparentes recubiertos en una cara con un material conductor) utilizando el método de dip coating. Dichas películas delgadas poseen un espesor del

orden de los 100nm y poros del orden de los 10nm. Luego, se procedió a la caracterización de los mismos. Para ello, fueron utilizadas mediciones elipsometricas, de impedancia electroquímica, microscopia SEM, la observación de los ángulos de contacto y, por ultimo también, de espectrofotometría con el objetivo de realizar un análisis completo sobre las propiedades y características que presentan. Finalmente, se estudio la infiltración de los polímeros en nanocavidades variando las concentraciones de sal (0M de NaCl y 0,5M de NaCl) y el número de segmentos por cadena (fueron usados Polyallylamine hydrochloride, Polyacrylic acid, Polyxylylviologen y Benzylviologen). Debe destacarse que dichos polímeros generan una señal electroquímica en contacto con la superficie del ITO, permitiendo así evaluar la distribución espacial que poseen dentro de los poros.

En conclusión, se logró definir la configuración espacial que presentan los polímeros dentro de las nanocavidades, al variar parámetros como el número de segmentos del polímero y su concentración de sal (NaCl). Se encontró que un 99 % de las cadenas polimericas que entran al film, no logran difundir hasta la parte inferior de los poros. De esta forma se concluyó uno de los primeros análisis que hay en la bibliografía sobre la adsorción electrostática de polímeros en nanoporos cuyos diámetros son menores a los 10nm, abriendo así la puerta a estudios sobre la fabricación de materiales híbridos de óxido de silicio $SiO_2$ y Polyxylylviologen.

[1]Cauda, V.; Muhlstein, L.; Onida, B.; Bein, T. Microporous Mesoporous Mater. 2009, 118, 435.
[2] Melde, B. J.; Johnson, B. J.; Charles, P. T. Sensors 2008, 8, 5202.
[3] Wang, C.; Wang, D.; Wang, Q.; Wang, L. Electrochim. Acta 2010, 55, 6420.

**Contacto:** Federico Albanese, ffalbanese@gmail.com

MC3 14:40 – 15:00 hs Anfiteatro A1

## Aplicación de dinámica molecular al estudio del efecto de confinamiento de una suspensión de nanopartículas

Paredes C[1],Gúzman R[1]

[1] *Departamento de Ciencias Físicas - Universidad de La Frontera, Temuco, Chile*

En este trabajo se presenta el procedimiento computacional llevado a cabo para estudiar el comportamiento de una suspensión de nanopartículas entre dos muros explícitos y termalizados. El modelo de muros utilizado permite incorporar vibraciones térmicas e inducir un gradiente de temperatura en la suspensión[1]. Para estudiar adecuadamente la dinámica de este tipo de sistemas, se utilizó el enfoque microscópico de potenciales interacción integrados[2]. La implementación computacional se realizó con ayuda del simulador de dinámica molecular clásica LAMMPS[3]. A partir de las simulaciones realizadas se pudo determinar que, bajo la presencia de un gradiente de temperatura, la interacción nanopartícula-muro fue determinante en la forma del perfil de densidad obtenido. Por otro lado, la rigidez de los muros solo presento influencia en el caso de interacciones nanopartículas-muro débiles y muros a igual temperatura. Para estudiar este sistema se utilizaron 80 nanopartículas, 68670 átomos de solvente y 28075 átomos en los muros.

**Referencias**

1. M. Frank. Microfluid Nanofluid, 19 (2015) 1011-1017.
2. Pieter J. in at Veld. Comp Phys Comm 179 (2008) 320?329.
3. S. Plimpton. J Comp Phys, 117 (1995) 1-19.

**Contacto:** Christopher Paredes, christopher.paredes@ufrontera.cl

MC4 15:00 – 15:20 hs Anfiteatro A1

## Propiedades Eléctricas y Morfológicas de Nanohilos de ZnO estudiadas por C-AFM

Tosi E[1 2],Hývl M[3],Fejfar A[3],Tirado M[4 2],Comedi D[1 2]

[1] *NanoProject y Laboratorio de Física del Sólido, Dep. de Física, FACET, Universidad Nacional de Tucumán*

[2] *CONICET*

[3] *Institute of Physics, Academy of Sciences of the Czech Republic, Czech Republic*

[4] *NanoProject y Laboratorio de Nanomateriales y de Propiedades Dieléctricas, Dep. de Física, FACET, Universidad Nacional de Tucumán*

Las nanoestructuras de ZnO son prometedores candidatos para el desarrollo de nuevos dispositivos optoelectrónicos debido a sus propiedades eléctricas y ópticas únicas. En este trabajo presentamos una caracterización eléctrica complementaria de nanohilos (Nhs) individuales de ZnO en posición vertical respecto del sustrato de crecimiento, y transferidos sobre el sustrato (recostados en el plano del sustrato), utilizando microscopía de fuerza atómica conductora (C-AFM). Inicialmente, las propiedades eléctricas de los arreglos de Nhs de ZnO se caracterizaron a partir de mapas de corriente bidimensionales que se registraron de manera simultánea con la topografía, adquirida con el AFM en modo contacto. Además, se utilizó C-AFM para determinar las propiedades corriente-voltaje (I-V) locales tanto en los Nhs verticales como en los transferidos. La caracterización I-V reveló propiedades similares a las de un diodo Schottky. Se presenta una discusión detallada de las propiedades eléctricas de las nanoestructuras a partir de las curvas I-V locales y los mapas de corriente 2D tomados sobre áreas específicas de las muestras.

**Contacto:** Ezequiel Tosi, tosi.ezequiel@gmail.com

MC5 15:20 – 15:40 hs Anfiteatro A1

## Técnicas de avanzada para el cálculo de funciones espectrales de modelos para sistemas correlacionados

Hallberg K A[1 2],Núñez Fernández Y[1 3 2]

[1] *Instituto Balseiro - Universidad Nacional de Cuyo*

[2] *Centro Atómico Bariloche - CONICET, Comisión Nacional de Energía Atómica*

[3] *Centro Atomico Bariloche - Comisión Nacional de Energía Atómica*

La investigación de materiales con fuertes correlaciones electrónicas, debido a interacciones en los orbitales localizados ha generado muchísimo interés en los últimos años. Esto se debe a sus propiedades fascinantes como la superconductividad de alta temperatura crítica, la magnetorresistencia colosal o el comportamiento de fermiones pesados, adicionalmente a su sensibilidad a campos externos, lo cual los hacen atractivos desde el punto de vista de las aplicaciones.

A pesar del gran éxito de métodos basados en primeros principios cono la Teoría de la Funcional de la Densidad (DFT), para el cálculo de la estructura electrónica para sistemas débilmente interactuantes, hay problemas fundamentales que aparecen cuando se tienen en cuenta los orbitales más localizados tipo f o d, para los cuales es importante considerar con más detalle las correlaciones electrónicas.

El desarrollo de la teoría de campo medio dinámico (DMFT) fue un gran avance para el cálculo de la estructura electrónica de estos materiales interactuantes. Un paso fundamental de

esta técnica es la solución numérica de una impureza correlacionada, que debe ser realizada usando métodos confiables.

En este trabajo resumiremos los avances más recientes en estos métodos, incluyendo el basado en el grupo de renormalización con matriz densidad (DMRG), que resulta ser el más apropiado para el cálculo de respuesta dinámica sobre el eje de energías reales.

**Contacto:** Karen Astrid Hallberg, karen@cab.cnea.gov.ar

MC6 15:40 – 16:00 hs Anfiteatro A1

## Parametrización del Potencial de Intercambio TB-mBJ dentro del marco de la Teoría de la Funcional Densidad

Gil Rebaza A V[1 2],Mudarra Navarro A M[1],Errico L[1 3],Peltzer y Blancá E L[2]

[1] *Departamento de Física e Instituto de Física La Plata (IFLP, CCT La Plata, CONICET-UNLP), Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Plata, CC 67, 1900 La Plata, Argentina*

[2] *Grupo de Estudio de Materiales y Dispositivos Electrónicos, Dpto. de Electrotecnia, Fac. de Ingeniería, UNLP*

[3] *Universidad Nacional del Noroeste de la Pcia. de Bueno Aires(UNNOBA), Monteagudo 2772, (2700) Pergamino, Argentina*

La Teoría de la Funcional Densidad (DFT) es ampliamente usada en el ámbito de la materia condensada debido a su potencialidad para determinar y/o predecir diferentes propiedades de materiales. Estos cálculos han tenido un gran éxito para la predicción y comprensión de diferentes propiedades estructurales, electrónicas y magnéticas de los sólidos. Sin embargo, las aproximaciones usualmente empleadas (LSDA y GGA) son insuficientes en muchos casos y varias deficiencias aparecen. Una de ellas es la subestimación del *band-gap* de semiconductores. De hecho, uno de los mayores desafíos de la DFT es predecir correctamente el *band-gap* de sistemas semiconductores, para lo cual han sido propuestas diferentes aproximaciones que van "mas allá"de las aproximaciones (semi)locales LDA y GGA, tales como DFT+U, metaGGA, funcionales híbridas, aproximación GW, etc, pero con el inconveniente que son computacionalmente demandantes. Una alternativa que compensa la precisión de los resultados y la demanda de recursos computacionales, es el uso del Potencial de intercambio de Becke-Johnson (BJ) modificado por Tran-Blaha (TB-mBJ).

En el presente trabajo analizaremos brevemente las diferentes parametrizaciones del potencial TB-mBJ, realizadas a partir de la comparación con datos experimentales del *band-gap* de una serie diferentes compuestos semiconductores. Luego, presentamos los resultados calculados del *band-gap* de los compuestos semiconductores $Sn_{1-x}Ti_xO_2$ en función de *x*, considerando las diferentes parametrizaciones del potencial de TB-mBJ propuestas. Los resultados obtenidos difieren aún de los valores experimentales reportados, lo cual nos conlleva a proponer una nueva parametrización del potencial de TB-mBJ que depende básicamente de la cantidad de electrones 3d-Ti presente en el sistema de estudio. Los cálculos *ab-initio* considerando el potencial TB-mBJ, han sido realizados en el contexto del método FP-LAPW implementado en el código Wien2k. Además, los valores obtenidos del *band-gap* en función de *x*, han sido comparados con cálculos *band-gap* que se ha realizado usando el método de Pseudopotenciales y la funcional híbrida HSE06 implementado en el código Quantum-Espresso y además con diferentes datos experimentales obtenidos de la bibliografía.

**Contacto:** Arles Victor Gil Rebaza, arlesv@fisica.unlp.edu.ar

# MIÉRCOLES 05

MC7 14:30 – 14:50 hs Anfiteatro A1

## Cátodos compuestos nanoestructurados de LSM-YSZ para celdas de combustible de óxido sólido

De Jesús J[1 2],Severino R[1 2],Leyva A G[2 3],Sacanell J[2 4]

[1] *Departamento de Fisica, FCEyN, UBA*

[2] *Departamento de Física de la Materia Condensada, GIyANN-CAC-CNEA, Buenos Aires, Argentina*

[3] *Escuela de Ciencia y Tecnología - Universidad Nacional de San Martín*

[4] *CONICET*

Sintetizamos tubos de diámetro submicrométrico de manganitas de La y Sr (LSM), formados por la aglomeración de nanopartículas. Utilizamos estos materiales para confeccionar celdas simétricas, sobre electrolitos de zirconia dopada con itria (YSZ) para estudiar su comportamiento como cátodos en celdas de combustible de óxido sólido. Estudiamos cátodos de LSM puro nanoestructurado, cátodos compuestos de LSM y polvo de YSZ y cátodos compuestos en los que tanto el LSM con el YSZ se encuentran nanoestructurados en tubos submicrométricos. Analizamos la influencia del contenido relativo de cada compuesto y su morfología en las propiedades electroquímicas de los cátodos.

**Contacto:** Joaquin Sacanell, sacanell@tandar.cnea.gov.ar

MC8 14:50 – 15:10 hs Anfiteatro A1

## Estudio de las propiedades físicas de films delgados mesoporosos de TiO2 infiltrados con nanopartículas de óxido de hierro en función del espesor del film

Martínez L P[1],Nuñez Barreto N[1],Fuertes M C[2],Granja L P[1],Zelcer A[3]

[1] *Departamento de Física de la Materia Condensada, Gerencia de Investigación y Aplicaciones, CAC-CNEA*

[2] *Gerencia Química, CAC - CNEA*

[3] *Centro de Investigaciones en Bionanociencias, MINCyT*

Las nanopartículas (NPs) de magnetita han sido ampliamente estudiadas y se han propuesto múltiples aplicaciones para las mismas. Sin embargo, aún no ha sido posible incorporar eficientemente NPs en sensores y dispositivos de memoria.[1,2] En este marco, nosotros estamos estudiando la posibilidad de utilizar *películas delgadas mesoporosas (PDMP) de óxidos simples como esqueleto para la formación de arreglos altamente ordenados de nanopartículas magnéticas*.[3] Las PDMP son especialmente interesantes porque combinan las propiedades de un sistema poroso altamente controlado (naturaleza y composición del esqueleto inorgánico, tamaño, distribución espacial, etc.) y aquéllas propias de un film delgado (control del espesor y de la organización espacial, composición, transparencia, posibilidad de conexión con un electrodo, etc).[4] Actualmente se han desarrollado exitosamente diferentes métodos químicos para sintetizar NPs metálicas dentro de los poros.[5]

En este trabajo estudiamos la dependencia de las propiedades físicas de compositos de NPs de óxido de Fe ($Fe_xO_y$) en PDMP de $TiO_2$ en función del espesor del film. Se utilizaron PDMP con dos tamaños de poros característicos (5 nm y 10 nm) depositadas sobre sustrato de vidrio y

silicio.
La caracterización estructural de las muestras se hizo mediante elipsoporosimetría ambiental y difracción de rayos X. Usando microscopía electrónica de trasmisión y de barrido, y espectroscopía UV-Visible, se pudo determinar la evolución del llenado de los poros y comprobar la presencia de las NPs. Las propiedades magnéticas de las nanoestructuras obtenidas fueron estudiadas en función de campo magnético (hasta 3 T) y temperatura (50 K-300 K).

[1] M. Ziese, M. J. Thornton (eds.) "Spin Electronics", Springer (2000)
[2] S. Karmakar, S. Kumar, R. Rinaldi and G. Maruccio, Journal of Physics: Conference Series 292, 012002 (2011)
[3] E. H. Otal, P. C. Angelomé, S. Aldabe-Bilmes, G.J.A.A. Soler-Illia, *Adv. Mater.* 18, 934 (2006) ; M. C. Fuertes, G. J. de A. A. Soler-Illia, *Chem. Mater.* 18, 2109 (2006)
[4] P. C. Angelomé, G. J. A. A. Soler-Illia, *Chem. Mater.*, 17, 322 (2005)
[5] P. C. Angelomé and L. M. Liz-Marzán, J. Sol-Gel Sci. Technol.,70, 180 (2014)

**Contacto:** Nicolás Nuñez Barreto, nicon_9@hotmail.com

MC9 15:10 – 15:30 hs Anfiteatro A1

## La importancia de la química de la superficie en la estabilidad de las fases y en la introducción de estados electrónicos activos en nanoparticulas de TiO2

Caravaca M A[1],Lowther J E[2],Ponce C A[3],Casali R A[3]
[1] *Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional del Nordeste*
[2] *DST-NRF Centre of Excellence in Strong Materials, University of the Witwatersrand*
[3] *Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura - Universidad Nacional del Nordeste*

Nano-partículas de TiO2 en las fases anatase y rutilo mejoran la difusión de iones, tienen aplicaciones fotocatalíticas e incluso jugan un rol en la producción de hidrógeno. La estructura anatase es preferida sobre otros polimorfismos para aplicaciones en celdas solares, debido a la mayor movilidad de los electrones, baja constante dieléctrica y baja densidad. La fase anatase tiene menor capacidad para adsorber oxígeno, un mayor nivel de Fermi y grado de hidroxilación [1]. En este trabajo estudiamos con un método ab-initio [2] las estabilidades relativas de nanoparticulas (NP) de anatase y rutilo de TiO2 sus propiedades estructurales y electrónicas. Las estructuras nano muestran cambios marcados en el gap de energía en comparación con el bulk Sin embargo, el carácter fundamental de la estructura de banda del polytipo se retiene a partir de 3 nm. Los cambios en la banda prohibida se relacionan principalmente a diferentes tipos de complejos, en los que el número y forma está en función de la estequiometría en la superficie. Se halla que la nanopartícula de anatase con estequiometría ideal y en un tamaño de 3 nm tiene una energía superficial menor a 0,1 Joule/m2 que la NP de rutilo. Este resultado que incluye en términos energéticos, la contribución superficial y la volumétrica, sugiere que la transición esperada de nanoanatase a nanorutile en granos muy finos, requiere de partículas de un tamaño superior a 3 nm para estabilizar las de rutilo, en acuerdo con los experimentos. Por otra parte analizando la estructura electrónica encontramos complejos específicos que introducen estados activos que se localizan también en un segundo gap, presente en la banda de conducción. Estos serian capaces de aumentar fotorreactividad, de modificar las tasas de inyección y la eficiencia de las celdas solares basadas en TiO2 para el tipo dye-sensitized photovoltaic cell.

[1] F.Angelis, C.Di Valentin, S.Fantacci, A.Vittadini, A.Selloni, Chemical Reviews 114, 9708

(2014). [2] J. M. Soler, E. Artacho, J.Gale, A. García, J. Junquera, P. Ordejon and D. J. Sanchez-Portal. J. Phys.: Condens. Matter 14, 2745 (2002)

**Contacto:** Maria de los Angeles Dominga Caravaca, mac@ing.unne.edu.ar

MC10 15:30 – 15:50 hs Anfiteatro A1

## Películas delgadas de $TiO_2$ infiltradas con nanopartículas metálicas: Estudio y control de sus propiedades eléctricas locales por CT-AFM

Linares Moreau M[1 2],Granja L[1],Martínez E[3],Violi I[4],Fuertes M C[4],López Mir L[5],Ocal C[5],Levy P[1],Soler-Illia G[6]

[1] *Departamento de Física de la Materia Condensada, CAC, CNEA-CONICET*

[2] *Instituto de Tecnología Jorge A. Sabato - UNSAM*

[3] *Laboratorio de Bajas Temperaturas, Centro Atómico Bariloche - CONICET*

[4] *Gerencia Química, CAC - CNEA*

[5] *Institut de Ciència de Materials de Barcelona (ICMAB-CSIC)*

[6] *Instituto de Nanosistemas, UNSAM*

Las películas mesoporosas de $TiO_2$ presentan un gran potencial de aplicación en varios campos, tales como catálisis, óptica, sensores y biomateriales, entre otros. La infiltración de NP dentro de ellas permite explotar las propiedades derivadas del tamaño y del confinamiento protegiéndolas simultáneamente del entorno. En este trabajo se presenta un estudio de los efectos locales en el transporte eléctrico y la topografía de películas delgadas mesoporosas (PDMP) de $TiO_2$ infiltradas con nanopartículas (NP) metálicas de Au y de Ag, por medio de microscopía de fuerza atómica con punta conductora (CT-AFM) y microscopía de sonda Kelvin (KPFM). Estos estudios son relevantes en el desarrollo y caracterización de micro y nanodispositivos basados en $TiO_2$ y en nanocompuestos $TiO_2$-metal.

Las PDMP de $TiO_2$ fueron sintetizadas por sol-gel y depositadas por dip coating sobre un sustrato de Si conductor. La infiltración con NP metálicas se realizó mediante métodos de reducción suave de $AuCl_4^-$ y fotorreducción de iones $Ag^+$ en solución. En particular en este último es posible infiltrar selectivamente con Ag regiones del orden de micrones a través una máscara litográfica durante el proceso de fotorreducción [1]. Las características morfológicas de las muestras se estudiaron por SEM y elipsoporosimetía ambiental. Por CT-AFM y KPFM se estudió la topografía, el transporte eléctrico en la dirección perpendicular al plano del sustrato, y el potencial de contacto de la superficie. Estas mediciones se realizaron en atmósfera de humedad controlada.

Los resultados indican que en todos los sistemas estudiados es posible modificar localmente la resistencia eléctrica y la topografía mediante barridos de CT-AFM con diferentes voltajes. En el caso de las muestras infiltradas con NP de Ag, los resultados sugieren que los barridos de CT-AFM a tensiones altas generan una migración de iones $Ag^+$ hacia la superficie, modificando la topografía y la conducción de la región estudiada. Estudios previos en estas muestras confirmaron que el transporte se desarrolla tridimensionalmente dentro de la muestra [2]. Para el caso de las películas infiltradas con NP de Au, los resultados obtenidos por KPFM muestran que es posible identificar las zonas donde hay nanoislas de Au enterradas bajo la superficie de $TiO_2$, sin modificar las propiedades de la muestra. Se estudiaron también las PDMP sin infiltrar pudiendo determinar que existe un efecto similar de modificación local de las propiedades eléctricas y la topografía, que depende fuertemente de la porosidad de la película y la presencia de agua dentro de los poros durante el experimento [3].

[1] Martinez, E. D., Bellino, M. G., Soler-Illia, G. J. A. A., Appl. Mater. Interfaces 1 (4), 746-749 (2009).
[2] Martinez, E. D., Granja, L., Bellino, M. G., Soler-Illia, G. J. A. A., Phys. Chem. Chem. Phys. 2 (43), 14445-14448 (2010).
[3] Linares Moreau, M. M., Granja, L. P., Fuertes, M. C., Martínez, E. D., Ferrari, V., Levy, P. E., Soler-Illia, G. J. A. A., J. Phys. Chem. C 119 (52), 28954-28960 (2015).

**Contacto:** Mercedes Linares, linares@tandar.cnea.gov.ar

MC11 15:50 – 16:10 hs Anfiteatro A1

## Espectroscopia de Impedancia aplicada a películas porosas de Titania y Celdas Solares híbridas de Titania/P3HT

Gonzalez F[1],Viva F[1],Perez M D[1]
[1] *Comisión Nacional de Energía Atómica*

Recientemente se han demostrado importantes esfuerzos en el área de las celdas solares híbridas de estado sólido (CSH). En las mismas se aprovecha la alta versatilidad y flexibilidad de los materiales orgánicos, con la robustez y capacidad de diseño tridimensional de los oxidos metalicos mesoporosos. En particular, la fabricación de óxidos mesoporosos (Titania) que presentan una enorme superficie específica (150-2000m2/g), y poros monodispersos de diámetro controlado en la escala del nanómetro por combinación de técnicas sol-gel y moldeado supramolecular, es muy conocida. Por parte de los materiales orgánicos se utilizo P3HT, una cadena polimérica semiconductora de tipo p, realizando capas mediante spin coating. En este proyecto se fabricaron los distintos dispositivos y se realizaron mediciones de impedancia sobre los materiales inorgánicos (titania policristalina mesoporosa). Se trabajo tanto en regímenes libres de trampas eléctricas como en el de llenado de las mismas. Así mismo se realizaron mediciones sobre dispositivos de celdas hibridas (Titania/P3HT) en ambos casos teniendo en cuenta caracterizaciones estructurales y estudios de fotocorriente previamente realizados, con el fin de poder darle una interpretación a los mismos. De las mediciones realizadas se modelaron circuitos equivalentes para cada caso y se extrajeron parámetros eléctricos de los mismos. Estos parámetros mostraron una clara correlación con estudios estructurales previamente realizados.

**Contacto:** Fernando Gonzalez, fernando.gonzalez11235@gmail.com

MC12 16:10 – 16:30 hs Anfiteatro A1

## Extensión del rango de estabilidad de la Ceria hasta 110GPa

Paulin M A[1 2],Garbarino G[3],Sacanell J[1 2],Leyva A G[2 4]
[1] *CONICET*
[2] *Centro Atómico Constituyentes, Comisión Nacional de Energía Atómica*
[3] *European Synchrotron Radiation Facility*
[4] *Escuela de Ciencia y Tecnología - UNSAM*

El dióxido de Cerio, conocido como Ceria y generalmente utilizado como estándar para difracción de Rayos X, es ampliamente estudiado debido a su uso en catálisis y celdas de combustible. El polvo con tamaño de grano micrómetrico presenta, a presión ambiente, una estructura cúbica con grupo de espacio Fm-3m. Bajo presión, esta fase es estable hasta aproximadamente 30GPa

donde una transición estructural ocurre hacia una fase ortorrómbica. Existen en la literatura diversos reportes donde se estudia esta transición de fase. En particular se han utilizado diferentes medios transmisores de presión y muestras con diferente tamaño de grano. En este trabajo se ha realizado un estudio exhaustivo en función de la presión hidrostática, comparando simultáneamente muestras con distinto tamaño de grano. Mediante difracción de Rayos X llevada a cabo en la línea de luz ID27 del European Synchrotron Radiation Facility, utilizando una celda de diamante y Helio como medio transmisor de presión, se comparó la estructura de la Ceria nanoestructurada, microestructurada y cristal único (tamaño milimétrico). Se observó un aumento de la presión crítica de la transición de fase con la microestructuración, siendo suprimida hasta al menos 110GPa en el caso nanoestructurado. Un análisis detallado de las condiciones experimentales, en particular la hidrostaticidad, serán discutidos como así también el origen de la extensión del rango de estabilidad de la fase de baja presión para las muestras nanoestructuradas y sus posibles aplicaciones.

**Contacto:** Mariano Andrés Paulin, vissffin@gmail.com

# JUEVES 06

MC13 14:30 – 14:50 hs Anfiteatro A1

## Resonancias ferromagnética y antiferromagnética de ondas de spin y transiciones de campo cristalino en $RCrO_3$ (R= Pr, Sm, Er) a temperaturas ultra-bajas en la región espectral THz

Massa N E[1],Holldack K[2],Ta Phuoc V[3],Sopracase R[3],del Campo L[4],De Sousa Meneses D[4],Echegut P[4],Alonso J A[5]

[1] *Laboratorio Nacional de Investigación y Servicios en Espectroscopía Óptica-Centro CEQUINOR, Universidad Nacional de La Plata, C.C. 962, 1900 La Plata, Argentina,*

[2] *Helmholtz-Zentrum für Materialien und Energie,Institut für Methoden und Instrumentierungder Forschung mit Synchrotronstrahlungam Elektronenspeicherring Albert-Einstein-Str. 15, D-12489 Berlin, Alemania*

[3] *CNRS- Groupe de Recherche en Matériaux, Microélectronique, Acoustique et Nanotechnologies, Université François Rabelais. 37200 Tours, Francia.*

[4] *CNRS-CEMHTI UPR3079, Univ. Orléans, F-45071 Orléans, Francia*

[5] *Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid, CSIC, Cantoblanco, E-28049 Madrid, España.*

La posibilidad de desarrollar materiales con orden magnético simultáneo con un estado polar ha dado lugar a gran actividad buscando optimizar la interacciones dieléctricas y magnéticas. De ellos, las perovskitas distorsionadas, ortoferritas y ortocromitas, son un grupo de óxidos en los cuales se ha focalizado la mayor atención debido a su nominal simplicidad estructural y potenciales propiedades multiferroicas. A pesar de atribuir una deformación polar se los considera ortorrómbicos centrosimétricos a temperatura ambiente (grupo espacial: P*bnm* $D_{2h}{}^{16}$ con cuatro moléculas por celda unidad y con intercambios complejos debido a los dos iones magnéticos (M= metal de transición, R= tierra rara) $M^{3+}$-$M^{3+}$; $M^{3+}$-$R^{3+}$; $R^{3+}$-$R^{3+}$. La subred del metal de transición es antiferromagnética debajo $T_N$ en el $\Gamma_4$ (G*x*, A*y*, F*z*) grupo espacial con un distintivo ferromagnetismo débil (F*z*) originándose en la inclinación de los momentos $M^{3+}$ relativos al plano

**ab**. La magnetización espontánea del metal de transición cambia a $T_{SR}$ de orientada a lo largo del eje **a** a paralela al eje **c** siendo antiparalela al momento de la tierra rara. Las ecuaciones de movimiento de las dos subredes de magnetización del metal de transición ligadas por la interacción de intercambio describen precesiones diferentes. Dan lugar a dos modos resonantes que existen debido a campos de intercambio y anisotrópicos. Para sistemas antiferromagnéticos aparecen aún en la ausencia de un campo externo $H_0$. Se los denomina modo antiferromagnetico (AFM) y modo ferromagnético (FM) porque dependen de las anisotropías en el plano **ac** a lo largo del eje antiferromagnético y en ser estimulado a lo largo del eje ferromagnético, respectivamente. Aquí presentamos mediciones de absorción hechas en HZ, BESSY II, Berlín, de transiciones de campo cristalino en tierras raras y modos resonantes de onda de spin del metal de transición en compuestos isomorfos policristalinos $RCrO_3$ (R= Pr, Sm, Er) bajo campos magnéticos hasta 10 T y a temperaturas ultra bajas. La ausencia de una reorientación de espines en $PrCrO_3$ ($T_{N(Cr)}$ $\sim$ 238 K) con Pr paramagnético, hasta por lo menos 1,4 K, tiene también como consecuencia la no detección de resonancias en nuestro rango de temperaturas. En $PrCrO_3$ detectamos un único singlete (Pr es un ion $4f^2$ no-Kramers) emergiendo a $\sim$39 $cm^{-1}$ y $\sim$100 K en consonancia con nuevos fonones que sugieren un cambio gradual en la red asociada al carácter polar de la fase antiferromagnética. Bajo campos magnéticos externos $H_0$ el desdoblamiento Zeeman tiene un comportamiento lineal del cual se aparta arriba de $\sim$7 T probablemente debido a deformaciones estructurales inducidas por el campo. Al contrario de esto, $SmCrO_3$ ($T_{N(Cr)}$ $\sim$197 K), no tiene transiciones de campo cristalino detectables probablemente debido a la compensación de momentos $M^{3+}$-$R^{3+}$ que es completa a temperaturas inferiores a $T_{SR}$ <40 K. Esto facilita la detección de resonancias AFM y FM en función de la temperatura. A bajos campos tienen un desdoblamiento linear que al incrementar $H_0$ torna los perfiles de ambas bandas en débiles de contornos cuasi-continuos. En $ErCrO_3$ ($T_{N(Cr)}$ $\sim$133 K) las transiciones de campo cristalino así como una más débil atribuida a AFM aparecen a $T_{SR}$ <22 K sugiriendo que la reorientación de espines es acompañada por un cambio estructural. El doblete Kramers de la configuración $4f^{11}$ del Er aparece claramente desdoblado. Cada componente es adicionalmente Zeeman desdoblada por aplicación del campo magnético externo y remarcablemente, hay un desdoblamiento Zeeman ulterior en la rama más energética a campos lo suficientes fuertes como para inducir ferromagnetismo por reorientación de espines. En conjunto, nuestras medidas sugieren un detalle no previsto por la literatura existente pero que deben tenerse en cuenta al recrear las propiedades de estos compuestos.

**Contacto:** Nestor Emilio Massa, neemmassa@gmail.com

MC14 14:50 – 15:10 hs Anfiteatro A1

## Mecanismos de conducción en dispositivos de memoria basados en interfaces metal-cobaltita

Acha C[1 2],Schulman A[3],Boudard M[4],Daoudi K[5],Tsuchiya T[3]

[1] *Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad de Buenos Aires*

[2] *Instituto de Física de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales CONICET- Universidad de Buenos Aires*

[3] *National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST), Tsukuba, Ibaraki 305-8565, Japan*

[4] *Laboratoire des Materiaux et du Genie Physique, Univ. Grenoble Alpes, LMGP, CNRS, Grenoble 38000, France*

[5] *Department of Applied Physics and Astronomy, University of Sharjah, P.O. Box 27272, Sharjah, United*

*Arab Emirates*

La conmutación resistiva (CR) es el mecanismo que explica la existencia de memoria no volátil ligada a las propiedades memristivas de interfaces metal-óxido. En este trabajo se presentarán las propiedades de CR en función de la temperatura de interfaces de Ag / La1-xSrxCoO3 (LSCoO). El LSCoO estudiado corresponde a una película de 100 nm de espesor crecida mediante la técnica de MOD, totalmente relajada respecto de las tensiones introducidas por el sustrato (LaAlO3), sobre la que se realizaron contactos mediante pintura de Ag, conformando así dispositivos de memoria resistiva o ReRAM. Se fijaron estados de alta y baja resistencia en estos dispositivos a los que se les estudió la dependencia en temperatura de sus características corriente-voltaje (IV). Las dependencias no triviales observadas en las curvas IV pudieron reproducirse mediante un modelo circuital que incluye un elemento de conducción del tipo Poole-Frenkel y dos elementos óhmicos. Realizamos así una descripción microscópica de los cambios producidos por la CR, lo que permite visualizar a la zona interfacial como a una región donde se mezclan fases conductoras y aislantes, que a su vez producen contribuciones del tipo Maxwell-Wagner en las propiedades dieléctricas del dispositivo.

**Contacto:** Carlos Acha, acha@df.uba.ar

MC15 15:10 – 15:30 hs Anfiteatro A1

## Síntesis de nanotubos de carbono sobre fibras de carbono a bajas temperaturas

Monti F[1],Felisberto M[1],Goyanes S[1]

[1] *Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad de Buenos Aires*

Compuestos poliméricos reforzados con fibras de carbono son ampliamente aplicados en las industrias de construcción, aeroespacial y automotriz. Debido a sus excelentes propiedades mecánicas, las fibras de carbono son utilizadas para mejorar la resistencia, rigidez y fatiga en compuestos poliméricos. Sin embargo, estos compuestos poliméricos laminados son susceptibles a delaminación y a la iniciación/propagación de fisuras debido a la baja adhesión entre las fibras y la matriz polimérica. Entre varias técnicas desarrolladas en los últimos años para mejorar la adhesión en la interface fibras/matriz, una de las más promisorias es la síntesis de nanotubos de carbono (NTC) sobre la superficie de las fibras. Sin embargo las altas temperaturas tradicionalmente involucradas en los métodos de síntesis de los NTC degradan las propiedades mecánicas de las fibras de carbono.

En este trabajo presentamos los resultados en la síntesis de NTC sobre la superficie de fibras de carbono utilizando un proceso de deposición química en fase vapor (CVD) modificado, que permite la síntesis de los NTC a bajas temperaturas. Las nanopartículas catalíticas de níquel fueron depositadas a temperatura ambiente por un proceso desarrollado en nuestro grupo con la técnica de sputtering. Estas nanopartículas son catalíticas para el crecimiento de los NTC a temperaturas tan bajas como 450 °C, evitando las altas temperaturas del CVD tradicional que comprometen las propiedades mecánicas de las fibras. Los procesos de deposición de las nanopartículas y de síntesis de los NTC, dieron origen a dos patentes internacionales entre CONICET/ UPV-EHU [1,2]. Además se utilizaron las fibras recubiertas con nanotubos de carbono para la preparación de compuestos de matriz epoxi utilizando un sistema DGEBA/IPDA.

[1]Felisberto M, et al. Procedimiento de deposición de nanopartículas metálicas por deposición física en fase vapor y procedimiento de generación de rugosidades. Patente España, P201231223, 2012
[2] Felisberto M, et al. Uso de nanopartículas metálicas depositadas sobre un substrato para la síntesis de nanoestructuras y procedimiento de síntesis de dichas nanoestructuras. Patente España, P201231222, 2012.

**Contacto:** Federico Monti, fede9.rock@hotmail.com

MC16 15:30 – 15:50 hs Anfiteatro A1

## Estructura electrónica de grafito intercalado con Li estudiada por medio de dispersión inelástica de rayos X

Stutz G E[1 2],Otero M[3 2],Ceppi S[1 2],Robledo C[3 4],Barraco D[1 2],Leiva E[3 4]
[1] *Facultad de Matemática Astronomía y Física - Universidad Nacional de Córdoba*
[2] *Instituto de Física Enrique Gaviola (CONICET-UNC)*
[3] *Facultad de Ciencias Químicas - Universidad Nacional de Córdoba*
[4] *Instituto de Investigaciones Físico-Químicas de Córdoba, CONICET-UNC*

Grafito, el arquetipo de estructura estratificada, ha sido motivo de numerosos estudios, tanto teóricos como experimentales, en su estado intercalado con metales alcalinos. En particular, el grafito intercalado con litio ha despertado un renovado interés debido a su relevancia en la tecnología actual de baterías recargables de ion litio. La caracterización de la estructura electrónica y química de materiales activos en baterías de litio es de fundamental importancia a fin de optimizarlas o proponer mejoras en su fabricación.

La espectroscopía por dispersión inelástica de rayos X duros (IXS) provee información sobre excitaciones electrónicas, tanto desde el nivel de valencia como de coraza. En este último régimen de excitaciones, IXS provee información similar a las técnicas convencionales de absorción en el rango de rayos X blandos o UV y, por lo tanto, ofrece la posibilidad de investigar estados electrónicos desocupados en materiales compuestos por elementos de bajo número atómico. La característica única de IXS es la de utilizar rayos X duros, permitiendo obtener auténtica información de volumen, evitar efectos espurios originados por contaminación superficial de la muestra y posibilitar estudios en diferentes entornos de la muestra, como por ejemplo en celdas para estudios in situ.

En este trabajo se presentarán resultados de mediciones de IXS realizadas en el Laboratorio Nacional de Luz de Sincrotrón (Brasil) en muestras de grafito intercalado con litio en primera y segunda etapa de intercalación. Se discutirán los cambios observados en las estructuras espectrales en términos de modificaciones en la estructura electrónica del grafito debido a la presencia del litio intercalado, como también en la del átomo de Li. La interpretación de los datos experimentales se complementa con cálculos DFT de la densidad de estados y de espectros de absorción. Los resultados experimentales revelan consecuencias del efecto de transferencia de carga desde el nivel 2s del Li hacia las bandas $\pi$ desocupadas del grafito.

**Contacto:** Guillermo Stutz, stutz@famaf.unc.edu.ar

MC17 15:50 – 16:10 hs Anfiteatro A1

# Estructura magnética de equilibrio de ferrita de Zn: estudio mediante cálculos ab-initio y simulaciones Montecarlo

Melo Quintero J J[1],Gómez Albarracín F[1],Rosales D[1],Errico L A[1 2],Rodríguez Torres C[1]

[1] *Departamento de Física e Instituto de Física La Plata (IFLP, CCT La Plata, CONICET-UNLP), Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Plata, CC 67, 1900 La Plata, Argentina*

[2] *Universidad Nacional del Noroeste de la Pcia. de Bueno Aires(UNNOBA), Monteagudo 2772, (2700) Pergamino, Argentina*

Las ferritas ($MFe_2O_4$, M: metal de transición) son una de las familias de materiales magnéticos más ampliamente estudiados debido a sus diversas propiedades estructurales y magnéticas. En las últimas décadas, progresos en técnicas de síntesis han iniciado una nueva oleada de interés en ferritas con el fin de mejorar sus propiedades físicas y expandir sus aplicaciones tecnológicas. Entre estas aplicaciones se puede citar dispositivos de microondas y dispositivos de grabación magnéticos o magneto-óptica, unidades de almacenamiento, electrodos de baterías, supercapacitores, etc. Más recientemente, las ferritas han surgido como una alternativa muy interesante para su posible aplicación en espintrónica.

Las ferritas cristalizan en una estructura cúbica centrada en las caras con empaquetamiento compacto y ocho fórmulas unidad en la celda. Este tipo de sistemas se caracteriza por su arreglo atómico, caracterizado por dos sitios para los cationes, los llamados sitios A que presentan una coordinación tetraedral de oxígenos y los sitios B (coordinación octaedral por 6 átomos de oxígeno). En la ferrita de Zn ($ZnFe_2O_4$) los Zn2+ ocupan sitios A y los Fe3+ sitios B. Los sitios Fe3+ en esta estructura están localizados en los vértices de un tetraedro de hierros y cada vértice del tetraedro es compartido por dos tetraedros. La estructura que forman los iones magnéticos es similar a la que presentan varios sistemas pirocloros en los que se sabe hay frustración geométrica tridimensional dando como resultado estados base poco usuales como vidrios de espín, hielos de espín, etc. La ferrita de Zn es un antiferromagneto con una temperatura de Neel del orden de los 10.5 K. Sin embargo en base a medidas de susceptibilidad magnética y difracción de neutrones se ha observado un orden de corto alcance con una temperatura de Curie-Weiss del orden de 100 K. Sobre la estructura magnética de equilibrio de la ferrita de Zn se han reportado resultados contradictorios por lo que su configuración de equilibrio es aún motivo de debate [referencias]. En este trabajo se presentarán los resultados preliminares de un estudio conjunto basado en cálculos por primeros principios y simulaciones Monte Carlo Metropolis cuyo objetivo fue obtener la configuración magnética de equilibrio de la ferrita de Zn. Mediante los cálculos basados en primeros principios se determinaron las constantes de intercambio de primeros, segundos y terceros vecinos. Se realizaron simulaciones de Montecarlo para un sistema de espines clásicos (Heisenberg) tomando como punto de partida las constantes de intercambio obtenidas. Primeramente, se estudió la curva de susceptibilidad magnética, para ser contrastada con medidas experimentales realizadas sobre muestras monocristalinas publicadas en la literatura [referencias]. En una segunda etapa, se explorarán los posibles órdenes magnéticos a bajas temperaturas según las constantes de intercambio propuestas.

**Contacto:** Leonardo Errico, errico@fisica.unlp.edu.ar

MC18 16:10 – 16:30 hs Anfiteatro A1

# Electronic and elastic properties of ZnO and ZnO@X (X=ZnS, BeO) nanowires under uniaxial stresses

Valdez L A[1],Casali R A[2]

[1] *Dpto. de Física - Facultad de ciencias exactas y Naturales y Agrimensura - UNNE & CONICET*

[2] *Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad Nacional de Catamarca*

ZnO is a semiconductor with a wide range of technological applications due to its physical advantages: direct wide band gap, large excitation binding energy, high thermal conductivity and piezoelectricity. Some of the ZnO properties are improved in the nanosize scale, specially its electronic and elastic properties. For this reason, we have studied ZnO(B4) nanowire and bulk material using SIESTA code in order to compare changes of physical properties due to confinement. ZnO nanowires were expanded along [0001] direction, with non-interacting hexagonal shapes and 48, 96, 108 and 192 atoms cells. By the application of uniaxial stresses until 100 GPa, we have calculated the Young modulus, Poisson coefficients, break tensile and NW 1D bands structure. NW-LDA band gaps are larger than the calculated in bulk material and show negative pressure derivatives. Recently, experimental studies have been focused on the synthesis of core@shell structures due to their potential applications in the optoelectronic devices, such as photodetectors. However, their elastic properties have been explored scarcely. At the present work, we expose a description about the electronic and mechanical properties of ZnO@X (X=ZnS,BeO) structures under strains up to tensile break. This work can help to understand the role played of the shell on the core material regarding the electronic, elastic and mechanical features of these new structures.

**Contacto:** Ricardo A. Casali, ra_casali@yahoo.com.ar

# MATERIA CONDENSADA BLANDA

## MARTES 04

MCB1 14:00 – 14:30 hs Anfiteatro A2

### Conferencia Invitada: Líquidos con Microporosidad Permanente

Del Pópolo M G[1]

[1] *Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Cuyo, CONICET*

Los materiales porosos tradicionales tienen todos una característica en común: el hecho de ser sólidos. En esta presentación se describirá el diseño y la caracterización de materiales que muestran porosidad persistente en fase líquida. Los "líquidos porosos" (LP) están formados por moléculas con forma de "caja", es decir, por estructuras que tienen una cavidad intramolecular persistente y accesible a huéspedes moleculares pequeños.

Se describirán dos tipos de LP, que han sido estudiados mediante simulaciones computacionales y experimentos [1,2,3]. En el primer caso se trata de materiales puros, cuya fluidez se controla decorando la superficie de la "caja" con grupos químicos flexibles. Estos grupos afectan también el grado de porosidad del material. En el segundo caso se trata de mezclas binarias, en donde las cajas se mezclan en muy alta concentración con un solvente de tamaño apropiado. En ambos casos se discutirá la relación entre estructura molecular, fluidez, fracción de cavidades accesibles, y capacidad de absorción de gases. Se mostrará que para algunos LP, la densidad de cavidades capaces de hospedar moléculas pequeñas es mucho mayor que la observada en líquidos convencionales. Se presentarán resultados preliminares sobre la dinámica de transporte de gases en LP, así como su posible caracterización estructural por difracción de neutrones.

Referencias:

[1] "Liquids with permanent microporosity". Nicola Giri, Mario Del Pópolo, Gavin Melaugh, Rebecca L. Greenaway,Klaus Rätzke, Tonjes Koschine, Margarida F. Costa Gomes, Laure Pison, Andrew I. Cooper and Stuart L. James. Nature, 527, (2015) 216-220.

[2] "Designing and understanding intrinsic microporsity in liquids". Melaugh, G., Giri, N.; Davidson, C. E.; James, S. L. and Del Pópolo M. G. Phys. Chem. Chem. Phys, 16, (2014) 9422-9431.

[3] "Alkylated organic cages: from porous crystals to neat liquids". Giri, N.; Davidson, C. E.; Melaugh,G.; Del Pópolo, M. G.; Jones, J. T. A.; Hasell, T.; Cooper, A. I.; Horton, P. N. ; Hursthouse, M. B.; and James, S. L., Chem. Sci. 3, (2012) 2153-2157.

**Contacto:** Mario G. Del Pópolo, mdelpopolo@gmail.com

MCB2 14:30 – 14:45 hs Anfiteatro A2

### Modelado de la estructura de Nafion utilizando dispersión de rayos X a bajo ángulo

Fernandez Bordin S P[1],Andrada H[1],Carreras A[1],Castellano G[1],Galván V[1]

[1] *Instituto de Física Enrique Gaviola de Córdoba, CONICET-UNC*

La técnica de dispersión de rayos X a bajo ángulo (SAXS) es utilizada para explorar la densidad electrónica de una muestra a escala nanométrica. El algoritmo introducido por Schmidt-Rohr [1]

permite, a partir de un mapa de densidad electrónica, calcular la intensidad de rayos X dispersada en términos del momento transferido $\vec{\mathbf{q}}$.

En este trabajo presentamos un estudio de la estructura polimérica de membranas de Nafion comúnmente utilizadas en celdas de combustible. Proponemos un modelo de la estructura que se basa en una disposición hexagonal de canales de agua, donde cada canal se encuentra rodeado por una capa de polímero de 0.7 nm de espesor promedio.

Como input para el algoritmo de Schmidt-Rohr generamos mapas de densidad electrónica mediante técnicas de simulación Monte Carlo. Refinando las variables del modelo se pudo correlacionar la estructura propuesta con datos experimentales obtenidos por SAXS. Las medidas fueron llevadas a cabo siguiendo la cinética de deshidratación de la membrana, i.e., desde un estado 100 % hidratado a humedad ambiente.

[1] Schmidt-Rohr, K. Simulation of small-angle scattering (SAXS or SANS) curves by numerical Fourier transformation. *J. Appl. Cryst.* **40**, 16-25 (2007)

**Contacto:** Santiago Pablo Fernandez Bordin, santiagofernandezbordin@gmail.com

MCB3 14:45 – 15:00 hs Anfiteatro A2

## Caracterización Estructural de un sistema políelectrolito / tensoactivo con potencialidad en la formulación de espumas inteligentes.

Lencina M M S[1],Fernández Miconi E[1],Fernández-Leyes M D[1],Dominguez C[2],Ritacco H[1]

[1] *Instituto de Física del Sur - Universidad Nacional del Sur*

[2] *Instituto de Física del Sur - CONICET-UN del Sur*

La estabilización/desestabilización de espumas líquidas mediante un disparador externo (espumas inteligentes) abre un campo promisorio en una variedad de aplicaciones tecnológicas en industrias como la petrolera o en aplicaciones relacionadas con la remediación de suelos. Un posible disparador externo podría ser la temperatura en espumas formuladas en base a un políelectrolito termosensible (capaz de cambiar su conformación de forma abrupta a cierta temperatura de transición, $T_{trans}$), como lo es el Alg-*g*-PNIPAM. En este trabajo hemos estudiado sistemas mezcla formados por Alg-*g*-PNIPAM y un tensoactivo de carga opuesta, DTAB, en función de la concentración de DTAB por debajo y por encima de la temperatura de transición ($T_{trans} \sim$ 40°C). Hemos caracterizado estos sistemas con una batería de técnicas que incluyen, tensión superficial, dispersión de luz dinámica (DLS) y estática (SLS) , potencial Z, conductividad y Microscopía de Fuerza Atómica (AFM), entre otras. Hemos encontrado que la temperatura de transición depende muy ligeramente de la concentración de DTAB cuando esta es menor a 3 mM. A concentraciones de DTAB por debajo de 3 mM y a $T < T_{trans}$ , los agregados son polidispersos y extendidos, con radios hidrodinámicos del orden de 2000 nm. A $T > T_{trans}$, el polielectrolito colapsa dando lugar a complejos con radios hidrodinámicos del orden de 200 nm con geometría esferoide. A concentraciones cercanas a 3 mM en DTAB, el complejo polielectrolito/tensoactivo sufre un colapso a temperatura ambiente, similar al que ocurre a temperaturas por sobre la de transición, pero dando lugar a agregados ligeramente más pequeños, con radios hidrodinámicos cercanos a 150 nm. A concentraciones de DTAB entre 3 mM y 8 mM, la geometría de los agregados es esférica, como queda demostrado claramente por los resultados de SLS, y con una distribución muy estrecha de tamaños (DLS). A concentraciones mayores a 8 mM en DTAB se produce una separación de fases (gel) y, por encima de 15 mM (Concentración micelar crítica del DTAB), los geles se redisuelven dando lugar a una dispersión coloidal transparente pero azulada que produce dispersión múltiple

de luz en las medidas de DLS y SLS. Para estos sistemas, a concentraciones mayores a la CMC, el aumento de la temperatura por encima de la transición expande los agregados, pasando a valores cercanos a 400nm. En la actualidad se llevan a cabo experimentos para determinar los efectos de estos cambios estructurales en la estabilidad de las espumas formuladas y dilucidar los posibles mecanismos de estabilización/desestabilización.

**Contacto:** Hernan Ritacco, hernan.ritacco@uns.edu.ar

MCB4 15:00 – 15:15 hs Anfiteatro A2

## Influencia de la estrategia de nado en el direccionamiento de micronadadores confinados

Sparacino J[1 2],Miño G[3],Banchio A J[1 2],Marconi V I[1 2]

[1] *Facultad de Matemática Astronomía y Física - Universidad Nacional de Córdoba*

[2] *Instituto de Física Enrique Gaviola de Córdoba, CONICET-UNC*

[3] *Centro de Investigaciones y Transferencia de Entre Ríos, CONICET-UNER*

En materia activa, la física de micronadadores confinados ha recibido considerable atención en los últimos años, se han estudiado entre otros, bacterias y espermatozoides humanos. Siguiendo estudios previos para otros micronadadores[1,2], en este trabajo caracterizamos y modelamos por primera vez la dinámica de coanoflagelados. Estos microorganismos acuáticos presentan dos formas de nadadores solitarios. Ambos tipos son morfológicamente diferentes: unos son pequeños y rápidos, otros son grandes y lentos. Además tienen estrategias de nado muy diferentes, a una escala en que los nadadores rápidos se mueven en trayectorias casi-rectas con cambios de dirección, los nadadores lentos realizan trayectorias erráticas que se asemejan a una caminata aleatoria. La dinámica de los nadadores se modela fenomenológicamente como corridas con difusión rotacional interrumpidas por cambios de dirección, para ello se utilizan parámetos obtenidos a partir de los resultados experimentales. El movimiento de los nadadores lentos está dominado por la difusión rotacional, lo que se traduce en un coeficiente que es un orden de magnitud mayor al de los nadadores rápidos.

Se estudia la dinámica de una población de coanoflagelados confinados en un dispositivo tipo *ratchet* que consiste en una cámara 2D con una pared de obstáculos asimétricos y micro-constricciones. Los obstáculos rompen la simetría de la cámara posibilitando la concentración de las células en uno de los lados. Con el objetivo de optimizar la geometría de los obstáculos para concentrar y controlar ambos tipos de nadadores, se estudia sistemáticamente la eficiencia del tranporte resolviendo el conjunto de ecuaciones dinámicas de tipo Langevin a partir de simulaciones numéricas.

Las distintas estrategias de nado conducen a resultados muy diferentes para ambos tipos de poblaciones. Los nadadores rápidos son guiados a lo largo de las paredes y obstáculos lo que permite concentrarlos más eficientemente para un amplio rango de geometrías del dispostivo. En cambio, los nadadores lentos con su movimiento errático se separan más fácilmente de paredes y obstáculos, y en consecuencia, son más difíciles de concentrar y su respuesta es casi independiente del tamaño de los obstáculos.

[1] Berdakin et al. PRE 2013 & CEJP 2013

[2] Guidobaldi et al. PRE 2014 & Biomicrofluidics 2015

**Contacto:** Javier Sparacino, javiersparacino@gmail.com

MCB5 15:15 – 15:30 hs Anfiteatro A2

## Fluidos reales: energía libre en confinamiento

Urrutia I[1],Paganini I[1]

[1] *Departamento de Física de la Materia Condensada, Gerencia de Investigación y Aplicaciones, GAIyANN, Centro Atómico Constituyentes, Comisión Nacional de Energía Atómica.*

Cuando un fluido (gas o líquido) se encuentra bajo la acción de fuerzas externas se distribuye de manera inhomogénea en el espacio. Más aún cuando las fuerzas se deben a paredes que delimitan la región accesible para el fluido, lo confinan. En este trabajo daré un breve raconto termodinámico, les contaré sobre el efecto que tiene el confinamiento de un fluido real sobre su energía libre. Presentaré nuevos resultados exactos para el fluido de Lennard-Jones, focalizando en la dependencia de la tensión superficial fluido/pared con la curvatura. Se estudiarán las ecuaciones de estado para la rigidez de la interfase: la rigidez de plegado y la rigidez Gaussiana. El marco conceptual será el de las integrales de cluster y series del virial.

**Contacto:** Ignacio Urrutia, iurrutia@cnea.gov.ar

MCB6 15:30 – 16:00 hs Anfiteatro A2

## Conferencia Invitada: Autoensamblado Electrostático de Coloides: Equilibrio, No-Equilibrio y lejos del Equilibrio

Tagliazucchi M[1]

[1] *INQUIMAE-DQIAQyF, CONICET y Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UBA.*

¿Qué ocurre cuando se mezclan coloides de carga opuesta? En este seminario se discutirá esta pregunta mediante dos ejemplos de autoensamblado electrostático de coloides que combinan resultados experimentales, teóricos y de simulación. Se discutirán estos ejemplos en base a su cercanía al equilibrio termodinámico.

En un primer ejemplo, se discutirán experimentos de autoensamblado de microesferas de látex negativamente cargadas y microgeles de pNIPMAM/pMETAC cargados positivamente.1 Este sistema forma partículas del tipo núcleo-satélite (ver figura), donde cada núcleo (latex) está rodeado por 3 a 10 satélites (microgeles) dependiendo de los tamaños relativos de los coloides. Comparamos el número de satélites por núcleo con las predicciones de un modelo que considera equilibrio termodinámico y de un modelo que considera control cinético y demostramos que el proceso de autoensamblado sigue el segundo mecanismo.

En el segundo ejemplo, se discutirán simulaciones de Dinámica Browniana de un sistema de partículas de carga opuesta que se autoensamblan lejos del equilibrio. En este ejemplo, una mezcla de coloides recubiertos con bases débiles y coloides recubiertos con ácidos débiles es mantenida lejos del equilibrio mediante oscilaciones continuas de pH. Este sistema forma distintos tipos de estructuras disipativas (dímeros, celdas cuadradas, paneles de abeja y fibras) cuando el periodo de las oscilaciones de pH es más rápido que el tiempo característico difusional del sistema. Algunas de estas estructuras (dímeros, fibras y paneles de abeja) no pueden obtenerse en sistemas de partículas de carga opuesta en equilibrio termodinámico.

Referencias

1. Tagliazucchi, M; Zou, F.; Weiss, E. A.; J. Phys. Chem. Lett., 2014, 5, 2775.
2. Tagliazucchi, M; Weiss, E. A. y Szleifer, I, PNAS, 2014, 111, 9751-9756.

# MIÉRCOLES 05

MCB7 14:30 – 14:50 hs Anfiteatro A2

## Póster Premiado: Evaluación físico-química y reológica del biofilm de Bacillussp. MCN4 y su aplicación como soporte en inmovilización de enzimas

Martorell P V[1],Gómez López A d R[2],Romero C M[1 3],Baigori M D[1 3],Nieto Peñalver C[1 3],Mechetti M[2]

[1] *Planta Piloto de Procesos Industriales y Microbiologicos (PROIMI) CONICET*

[2] *Laboratorio de Física de fluidos y electrorreología, Dpto. de Física, FACET, UNT*

[3] *Facultad de Bioquímica, Química y Farmacia, Univ. Nac. de Tucumán*

Los biofilms son comunidades densamente pobladas de células microbianas protegidas y unidas por una matriz extracelular de materiales poliméricos. La estructura y propiedades reológicas de la matriz están involucradas en la retención y transporte de moléculas y células en el biofilm, regulando el comportamiento de la comunidad dentro del mismo. Sin embargo a pesar de su importancia, existe poca descripción cuantitativa del comportamiento de los componentes de esta matriz polimérica correlacionado con las propiedades reológicas de la misma. El objetivo de este trabajo fue caracterizar los componentes del biofilm de la cepa de *Bacillussp*. MCN4 y su correlación con las propiedades reológicas del exopolisacárido (EPS) y del biofilm de dicho microorganismo. Al realizar el análisis del contenido proteico se determinó 753 $\mu$g/ml de ADN extracelular, 88,4 $\mu$g/ml de proteínas totales, 9,13 $\mu$g/ml de actividad lipasa y 223 $\mu$g/ml de azúcares reductores totales presentes en el EPS. Es sabido que la presencia de proteínas y de ADN extracelular están directamente involucrados en la estructura y reología de los biofilms bacterianos. El tipo de fragmentos de ADN y su concentración son parámetros fundamentales en el comportamiento reológico, como así también la presencia de azúcares, y proteínas en el EPS. Es importante destacar la presencia de actividad lipasa dentro del biofilm. Esta enzima estaría entrampada dentro del mismo, convirtiéndolo en un potencial sistema de inmovilización enzimático. De esta manera conociendo el comportamiento reológico del biofilm se plantea la construcción de un nuevo biocatalizador con actividad lipasa para su potencial aplicación en la industria oleoquímica. Se realizó un primer tratamiento al biofilm con hidróxido de sodio, centrifugándose y del precipitado se extrajeron una fracción soluble en hidróxido de sodio (muestra M1) y otra soluble en medio líquido hidrofílico agua-etanol (muestra M2). Se estudió el comportamiento reológico de ambas muestras a las temperaturas de 5 °C (de almacenamiento) y 20 °C (ambiente) y se obtuvieron los reogramas correspondientes los que mostraron un comportamiento claramente newtoniano en el caso de la muestra M1 y un comportamiento pseudoplástico para la muestra M2. Ninguno de las muestras estudiadas presenta tixotropía. Se evaluaron distintos modelos de ajuste para las curvas de esfuerzo de cizalla. De estos resultados se determina experimentalmente que la muestra M2 es la que contiene el exopolisacárido, con los contenidos de proteínas, ADN, actividad lipasa y azúcares reductores totales indicado. En el caso del biofilm, el comportamiento reológico es no newtoniano, la curva de esfuerzo de cizalla muestra un esfuerzo inicial distinto de cero. En los estudios viscoelásticos se determinó el rango lineal para G'y G"en función del esfuerzo de cizalla y se observaron en las curvas de los módulos de almacenamiento y pérdida en función de la frecuencia que el sistema tiene un comportamiento más viscoso que elástico hasta una frecuencia aproximadamente igual a 5 Hz, a partir de la cual la situación se revierte y el sistema presenta características elásticas.

**Contacto:** Paula V. Martorell, paulamartorell@hotmail.com

MCB8 14:50 – 15:15 hs Anfiteatro A2

## Presentación corta de pósters de la División Materia Condensada Blanda

MCB9 15:15 – 15:30 hs Anfiteatro A2

## Estructura macromolecular y supramacromolecular de ensamblados iónicos de Polietilenimina Hiperramificada y Ácidos Carboxílicos.

Lorenzo A[1],Azzaroni O[1],Ceolin M[1]

[1] *Instituto de Investigaciones Fisicoquímicas Teóricas y Aplicadas, CONICET y Universidad Nacional de La Plata*

Los ensamblados supramoleculares han demostrado tener una versatilidad sin semejante para la preparación de materiales funcionales. Los polímeros anfifilicos e hiperramificados se pueden utilizar para la construcción de ensamblados supramoleculares. La interacción formada entre los grupos funcionales periféricos de polímeros de naturaleza hidrofilica y un surfactante de naturaleza hidrofóbica da lugar a entidades que no se encuentran unidas covalentemente pero si pudiendo existir como estructuras definidas de tipo Núcleo-Coraza o como agregados de gran tamaño dependiendo de la temperatura, concentración y las características del solvente donde se encuentren disueltos. Estas estructuras presentan un gran interés debido a que han demostrado tener la capacidad para encapsular distintos tipos de sustancias dando lugar a un gran número de potenciales aplicaciones. Estructuras con estas características pueden ser generados a partir de la interacción entre ácidos carboxílicos y la polietilenimina hiperramificada (HPEI). En este caso, la reacción acido base entre los grupos carboxílicos del ácido y las aminas del polímero, da origen a la interacción iónica entre los carboxilatos y amonios resultantes muy estable en solventes de baja constante dieléctrica. En este trabajo presentamos un estudio detallado de las características estructurales de ensamblados electrostáticos formados por polietilenimina hiperramificada y ácidos grasos de cadena lineal en solución de mezclas de distintas composiciones de Tetrahidrofurano y Tolueno, evaluándose también el efecto de la temperatura sobre los mismos. La caracterización se llevo adelante a través de las técnicas de dispersión de luz dinámica (DLS) y dispersión de rayos X a bajo ángulo (SAXS). Las medidas fueron realizadas en el Instituto de Investigaciones Fisicoquímicas Teóricas y Aplicadas (INIFTA). Con DLS se determinó el tamaño promedio de los ensamblados en las distintas mezclas de los solventes. Además se realizó un estudio de cada uno en función con la temperatura. Los resultados obtenidos nos permitieron encontrar la temperatura de agregación de cada sistema. Se obtuvo un descenso de la temperatura de agregación al ir aumentando la composición de THF como solvente. Los resultados obtenidos por SAXS se realizaron en concordancia con lo obtenido por DLS. Se obtuvieron los perfiles SAXS de los sistemas formados con HPEI y ácido palmítico (C16) como surfactante. Se obtuvieron los perfiles a temperaturas por encima y por debajo de la temperatura de agregación. Por encima de la temperatura de agregación se obtuvieron perfiles de partículas esféricas polidispersas. Por debajo de la temperatura de agregación se obtuvieron perfiles que presentan picos de difracción indicándonos la formación de superestructuras organizadas. Estas estructuras fueron en todos los casos de tipo lamelar pero al ir variando la composición del solvente se obtuvieron distintos espacios

interplanares de la lamela. Permitiéndonos modular la distancia interplanar de la superestructura formada de acuerdo con la composición del solvente.

**Contacto:** Marcelo Ceolin, mceolin@inifta.unlp.edu.ar

MCB10 15:30 – 15:45 hs Anfiteatro A2

## Flujo de partículas autopropulsadas a través de una apertura angosta

Patterson G A[1],Sangiuliano F N[1],König P G[1],Fierens P I[1 2],Parisi D R[1 2]

[1] *Instituto Tecnológico de Buenos Aires*

[2] *Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas*

El estudio de partículas autopropulsadas ha recibido una considerable atención en las últimas décadas, tanto en disciplinas relacionadas con la física estadística como también en el desarrollo de aplicaciones concretas, ya que estudia el comportamiento colectivo de distintos sistemas como microorganismos, bandadas, manadas, movimientos en tejidos celulares, dinámica peatonal, flujos en medios de transporte, entre otros.

En este trabajo presentamos resultados experimentales relacionados con un agente mecánico impulsado por vibraciones, en particular, estudiamos cómo es su dinámica colectiva cuando fluyen a través de determinadas constricciones geométricas. El sistema propuesto está formado por agentes que interactúan mediante fricción y son propulsados por una fuerza estocástica dentro de un espacio acotado cuya intensidad está determinada por la carga de la batería (Hexbug Nano). En este trabajo se presentan resultados donde se describe de forma cuantitativa la evolución del sistema como función de la fuerza impulsora. El objetivo que subyace es el de verificar si el presente sistema presenta el fenómeno "más rápido es más lento" donde, bajo ciertas condiciones, un exceso de vigor de los agentes en el intento de cruzar una constricción provoca una disminución en el caudal del flujo. Este efecto es considerado como una de las principales características que emergen en la dinámica peatonal y ha sido demostrado experimentalmente en medios granulares, ovejas y humanos (ver, por ej., [1] y las referencias allí citadas). Es de esperar que una adecuada caracterización de dicho efecto pueda motivar el desarrollo de aplicaciones en el diseño de flujo de multitudes, la prevención de catástrofes durante evacuaciones, el manejo de materiales granulares en distintas ramas de la industria y en microfluídica, entre otros.

[1] Pastor et al., "Experimental proof of faster-is-slower in systems of frictional particles flowing through constrictions", Phys. Rev. E 92, 062817, 2015.

**Contacto:** German Agustin Patterson, gpatters@itba.edu.ar

MCB11 15:45 – 16:00 hs Anfiteatro A2

# Repulsión dipolar y estructura en monocapas lipídicas con coexistencia de fases

Rufeil Fiori E[1 2],Wilke N[3 4],Banchio A J[1 2]

[1] *Facultad de Matemática Astronomía y Física - Universidad Nacional de Córdoba*

[2] *Instituto de Física Enrique Gaviola de Córdoba, CONICET-UNC*

[3] *Departamento de Química Biológica, Facultad de Ciencias Químicas, UNC*

[4] *Centro de Investigaciones en Química Biológica de Córdoba (CONICET)*

En diversas biomembranas se observa frecuentemente la coexistencia de fases [1], dependiendo de la composición de la membrana y de la solución acuosa, de la temperatura y del tipo particular de membrana. Esta coexistencia de fases generalmente se caracteriza por dominios discretos formados por lípidos en una fase ordenada sólida dispersos en una fase continua y más desordenada de líquido expandido. Los dominios interactúan entre ellos [2] y estas interacciones afectan tanto su estructura y dinámica como así también las distintas propiedades de la membrana, como por ejemplo su viscosidad [3].

Un modelo experimental simple y ampliamente usado para las membranas biológicas son las monocapas de Langmuir, a la cuales se les puede modificar de manera controlada su composición y estado de fase.

Para lípidos neutros, las interacciones entre dominios son de naturaleza dipolar, y esta interacción es relevante para la determinación de la distribución espacial de los dominios, así también como de su dinámica. En este trabajo proponemos una manera nueva de estimar la repulsión dipolar usando un método pasivo que involucra el análisis de imágenes de una monocapa con coexistencia de fases. El método se basa en la comparación de la función de correlación de pares obtenida de los experimentos con la obtenida de simulaciones de dinámica Browniana de un sistema modelo.

Como ejemplo, determinamos la densidad dipolar de exceso de monocapas de mezclas binarias a diferentes proporciones de distearoilfosfatidilcolina (DSPC) y dimiristoilfosfatidilcolina (DMPC) en la interfase agua-aire, y comparamos los resultados del método propuesto con aquellos obtenidos de mediciones de potencial de superficie. Por último, realizamos un análisis sistemático para un rango de parámetros que es experimentalmente relevante, que puede usarse como curva de trabajo para obtener la repulsion dipolar directamente de los resultados experimentales.

[1] H. M. McConnell, Annu. Rev. Phys. Chem. 42, 171 (1991).

[2] D. Andelman, F. Brochard, P. G. de Gennes, and J. F. Joanny, C. R. Acad. Sc. Paris 301, 675 (1985).

[3] J. Ding, H. E. Warriner, and J. A. Zasadzinski, Phys. Rev. Lett. 88, 168102 (2002).

**Contacto:** Elena Rufeil Fiori, elena.rufeil@gmail.com

MCB12 16:00 – 16:30 hs Anfiteatro A2

## Conferencia Invitada: A new insight into the Isotropic - Nematic Phase Transition in Solutions of Semiflexible Polymers

Milchev A[1]

[1] *Institute for Physical Chemistry, Bulgarian Academia of Sciences, 1113 Sofia, Bulgaria*

Semiflexible polymers in solution under good solvent conditions can undergo an isotropic-nematic transition. This transition is reminiscent of the well-known entropically driven transition of hard rods described by Onsagers theory, but the flexibility of the macromolecules causes specific dif- ferences in behavior, such as anomalous long wavelength fluctuations in the ordered phase, which can be understood by the concept of the deflection length. A brief review of the recent progress in the understanding of these problems is given, summarizing results obtained by large scale Molecular Dynamics simulations and Density Functional Theory [1-3]. These results include also the interaction of semiflexible polymers with hard walls, and the wall-induced nematic order, which can give rise to capillary nematization in thin film geometry. Earlier theoretical approaches to these problems are briefly mentioned, and an outlook on the status of experiments is given. It is argued that in many cases of interest it is not possible to describe the threshold concentrations at the isotropic - nematic transition as functions of the ratio of the contour length and the persistence length alone since the dependence on the ratio of chain diameter and persistence length also needs to be considered.

[1] Anomalous Fluctuations of Nematic Order in Solutions of Semiflexible Polymers, S. A. Egorov, A. Milchev, and K. Binder, Phys. Rev. Lett. 116, 187801 (2016).

[2] A new insight into the isotropicnematic phase transition in lyotropic solutions of semiflexible polymers: density-functional theory tested by molecular dynamics, S. A. Egorov, A. Milchev, P. Virnau and K. Binder, Soft Matter 12, 4944 (2016).

[3] Semiflexible polymers under good solvent conditions interacting with repulsive walls S. A. Egorov, A. Milchev, and K. Binder, J. Chem. Phys. 144, 174902 (2016);

# JUEVES 06

MCB13 14:30 – 14:45 hs Anfiteatro A2

## Adhesión bacteriana mediada por flujo

Miño G L[1 2 3],Rusconi R[4],Stocker R[4]

[1] *Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional de Entre Ríos*

[2] *Centro de Investigaciones y Transferencia de Entre Ríos, CONICET-UNER*

[3] *Department of Civil and Environmental Engineering, Parsons Laboratory, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA*

[4] *Department of Civil, Environmental and Geomatic Engineering, ETH Zurich*

Las biopelículas son estructuras formadas con bacterias inmersas en una matriz extracelular que generalmente consiste en polímeros y proteínas. Desde la física de la materia blanda se pueden distinguir dos componentes dentro de estas estructuras: las bacterias análogas a coloides, y la matriz extracelular representada por un gel de polímero reticulado. Para que una biopelícula se

desarrolle, debe haber un contacto inicial entre la bacteria y la superficie/interface que favorezca la adhesión. Estas superficies, sean artificiales o naturales, pueden presentar heterogeneidades o rugosidades cuyo tamaño puede presentar un rango muy amplio.

Debido a la importancia de la interacción local entre los microorganismos y las superficies, la rugosidad puede ser un elemento importante en proceso de unión microbio-superficie. A su vez, estas interacciones pueden ocurrir bajo flujo, y regiones con alta velocidad de corte hidrodinámico puede inducir una fuerte reorientación de bacterias hacia la superficie[1] y por lo tanto promover la dicha unión. Dada la presencia de flujo en el medio ambiente, es muy importante comprender la combinación, hasta ahora inexplorada, de flujo y topografía de una superficie. El entendimiento de estos procesos puede ser utilizado para controlar de manera óptima la adhesión celular en la superficie y diseñar nuevos procesos que ayuden a disminuir las interacciones microorganismos-superficie.

En este trabajo trata de caracterizar el potencial de adhesión bajo flujo en las superficies onduladas. Los experimentos se llevaron a cabo haciendo fluir una suspensión diluida de *Escherichia coli* en un microcanal con paredes laterales de forma ondulada tanto con longitud de onda constante como con un corrugado aleatorio. Estos resultados ponen de manifiesto la relación íntima entre los procesos biológicos a pequeña escala y el transporte de bacterias cerca de una superficie.

1. Rusconi R, Guasto JS, Stocker R, *Bacterial transport suppressed by fluid shear.* Nature Physics 10, 212-217 (2014).

**Contacto:** Gastón L. Miño, glmino@bioingenieria.edu.ar

MCB14 14:45 – 15:00 hs Anfiteatro A2

## Estado tensional de proteínas de adhesión en células normales y tumorales

Cuenca M B[1],Sigaut L[1],Pietrasanta L[1 2]

[1] *Departamento de Física e Instituto de Física de Buenos Aires (IFIBA, UBA-CONICET)*

[2] *Centro de Microscopías Avanzadas, FCEN, UBA*

En los tejidos las células están en contacto íntimo entre sí y con la matriz extracelular, lo cual provee no sólo un contexto bioquímico, sino también un marco mecánico. Las células son capaces de *sensar* fuerzas del entorno y responder ante ellas a partir de estructuras transientes multiprotéicas denominadas adhesiones focales. Este proceso, llamado mecanotransducción, es fundamental para la diferenciación, proliferación y migración celular, los cuales se ven alterados en células tumorales. En este trabajo se evaluará la respuesta mecánica de Vinculina, una de las proteínas de adhesión focal, en células de glandula mamaria mediante un sensor tensional basado en FRET (Transferencia de energía de resonancia de Förster). Empleando microscopía confocal en conjunto con métodos de segmentación de imágenes y análisis estadístico, se contrastarán los resultados obtenidos a nivel de adhesión focal individual utilizando células normales y tumorales.

**Contacto:** Marina Belen Cuenca, cuenca.marina@hotmail.com

MCB15 15:00 – 15:15 hs Anfiteatro A2

# Parámetro de orden, dilución dinámica y el modelo phantom en redes poliméricas con defectos

Campise F[1],Agudelo Mora D C[2],Acosta R[1],Villar M[2],Vallés E[2],Monti G[1],Vega D[3]

[1] *Instituto de Física Enrique Gaviola de Córdoba, CONICET-UNC*

[2] *Planta Piloto de Ingeniería Quimica, Universidad Nacional del Sur y CONICET*

[3] *Instituto de Física del Sur - CONICET-UN del Sur*

En adición a los puntos de entrecruzamiento, la presencia de entrelazamiento en cadenas poliméricas, contribuyen al módulo de la redes de polímeros y por ello afecta el hinchamiento o la deformación de las redes. Entender este efecto es uno de los problemas abiertos más importantes en física de polímeros por estos días. En este trabajo pretendemos usar los datos experimentales obtenidos por Resonancia Magnética Nuclear para validar las principales teorías utilizadas comúnmente en el análisis de la dinámica y estructura de polímeros.

Para ello, se realizaron experimentos de Coherencias Cuánticas Múltiples por RMN en redes poliméricas modelo de polidimetilsiloxano (PDMS). La constante de acoplamiento dipolar residual (Dres) que se obtiene a partir de esta herramienta, es proporcional al parámetro de orden de las cadenas poliméricas y la densidad de puntos de entrecruzamientos [1, 2], y puede relacionarse con el peso molecular entre puntos de entrecruzamiento (Mc). La relación entre Dres y Mc depende de las bases teóricas consideradas. Si el modelo ?phantom? es considerado como base teórica [3], en vez del modelo conocido como ?affine? [4], entonces aparece una gran dependencia de la elasticidad con la funcionalidad promedio de las redes. Nosotros evaluamos ambas teorías en un set de redes modelo de PDMS preparadas con funcionalidad variable. Por otro lado, dado que los entrelazamientos atrapados transitoriamente contribuyen a la constante de acoplamiento residual Dres [5, 6], hicimos foco en cómo los defectos presentes en las redes afectan la elasticidad de las redes, en particular, la determinación de Dres. Comparamos resultados de RMN con cálculos teóricos de Teoría de Campo Medio para Mc.

Proponemos una forma de describir cómo diferentes parámetros estructurales de las redes poliméricas afectan la elasticidad de las mismas y se relacionan para explicar la respuesta elástica de las redes, en términos de la constante de acoplamiento dipolar residual Dres. Usando RMN como alternativa experimental para corroborar teorías de elasticidad de redes, obtuvimos una relación que valida el modelo ?phantom? en redes con defectos, e incorpora el concepto de dilución dinámica [7] para representar la forma en la cual los defectos afectan la elasticidad.

1. Sotta, P., Fülber, C., Demco, D.E., Blümich, B., Spiess, H.W. Macromolecules, 1996, 29 (19), pp. 6222-6230.

2. Chassé W.; Lang M.; Jens-Uwe Sommer and Saalwächter K. Macromolecules, 2012, 899.

3. James H. M. and Guth E. J. Chem. Phys., 1943, 455.

4. Wall F. T. and Flory P. J. Chem.Phys., 1951, 1435.

5. Acosta R. H.; Monti G. A.; Villar M. A.; Vallés E. M. and Vega D. A. Macromolecules, 2009, 4674.

6. Campise F; Roth L. E.; Acosta R. H.; Monti G. A.; Villar M. A.; Vallés E. M. and Vega D. A. Macromolecules, 2016, 387.

7. R. H. Colby and M. Rubinstein, Macromolecules, 1990, 2753.

**Contacto:** Florencia Campise, florcampise@gmail.com

MCB16 15:15 – 15:30 hs Anfiteatro A2

## Fuerzas tipo Casimir entre anillos enhebrados en polímeros bajo tensión

Pastorino C[1],Lubaroff R[1],Gilles F[2]

[1] *Departamento de Física de la Materia Condensada, CAC, CNEA-CONICET*

[2] *Instituto de Investigaciones Fisicoquímicas Teóricas y Aplicadas (INIFTA), CONICET - UNLP*

El efecto Casimir ha despertado enorme interés desde su descubrimiento y posterior medición experimental, y tiene gran relevancia en distintas áreas de nanociencia. Originalmente, Casimir mostró que dos placas metálicas paralelas situadas a una dada distancia $d$ en vacío, sufren una atracción mutua, función de la distancia, y originada en las restricciones que las placas imponen a las fluctuaciones cuánticas del campo electromagnético entre ellas. Esta restricción cambia las fluctuaciones entre las placas respecto de las fluctuaciones "naturales"del campo, en ausencia de las mismas. Entendido en sus comienzos como un efecto cuántico, pronto se comprendió que es un fenómeno muy general en sistemas que presentan las siguientes dos características: (i) un medio fluctuante que puede ser de origen cuántico o clásico (fluctuaciones térmicas) (ii) presencia de objetos externos que suprimen o modifican las fluctuaciones del medio. Actualmente las fuerzas inducidas por fluctuación son de interés en Materia Blanda en líquidos complejos, membranas lipídicas, sistemas críticos en transiciones de fase, en films líquidos e interfaces. En este trabajo exploramos estas fuerzas inducidas por fluctuación entre dos moléculas anulares enhebradas en una cadena polimérica bajo tensión y con condiciones periódicas de contorno. Damos cuenta de las fluctuaciones características del polímero sin anillos en función de la extensión de la cadena, y del radio de los anillos. Calculamos las fuerzas inducidas por fluctuación entre los anillos y su efecto en la cadena polimérica. Tambien relacionamos este sistema con polirotaxanos y con teorías de coloides confinados en interfaces líquidas. Los primeros son agregados supramoleculares formados por un número variable de moléculas anulares, enhebradas en un polímero. Ambos extremos del polímero presentan una unidad química terminal, que evita que se desenhebren los anillos. Nuevos materiales con interesantes propiedades elásticas como materiales slide-ring y geles topológicos se forman a partir de agregados de polirotaxanos.

**Contacto:** Claudio Pastorino, pastor@cnea.gov.ar

MCB17 16:15 – 16:30 hs Anfiteatro A2

## Reunión de División

Quedan tod@s invitad@s a opinar/participar!

# MECÁNICA ESTADÍSTICA, FÍSICA NO LINEAL Y SISTEMAS COMPLEJOS

## MARTES 04

ME-FNL-SC1 14:00 – 14:30 hs Aula Audiovisuales

### Estabilización de frecuencia en osciladores de Duffing sincronizados

Zanette D H[1]

[1] *Grupo de Física Estadística e Interdisciplinaria, Centro Atómico Bariloche*

La interdependencia entre amplitud y frecuencia causada por la dinámica no lineal en microosciladores mecánicos (efecto *a-f*) dificulta su uso como relojes en el diseño de dispositivos miniaturizados. En este trabajo se estudia la posibilidad de eliminar el efecto *a-f* acoplando dos osciladores de Duffing con no linealidades de signos opuestos (*hardening* y *softening*), de forma que sus efectos se compensen mutuamente.

Se presentan resultados teóricos, tanto analíticos como numéricos, para la dinámica sincronizada de los osciladores acoplados, estableciendo las condiciones para la estabilización de frecuencia. Se caracteriza la estabilidad de las soluciones sincronizadas y se analiza el régimen de disipación débil, que es el límite relevante en aplicaciones microtecnológicas.

**Contacto:** Damián H. Zanette, zanette@cab.cnea.gov.ar

ME-FNL-SC2 14:30 – 15:00 hs Aula Audiovisuales

### Generación de oscilaciones biológicas combinando compartamentalización y secuestro en señalización celular.

Givré A[1],Ventura A[1],Grecco H[2]

[1] *Instituto de Fisiología Biología Molecular y Neurociencias, CONICET-UBA*

[2] *Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad de Buenos Aires*

Todos los seres vivos necesitan procesar información que les llega de su entorno. La transmisión de información por redes de señalización no es un fenómeno pasivo. Las redes bioquímicas involucradas en el procesamiento de la información generan comportamientos importantes para la vida celular, tales como adaptación, memoria (histéresis) y oscilaciones. La inmensa mayoría de las funciones celulares es ejecutada por proteínas o por complejos que involucran componentes proteicos. No es sorprendente, entonces, que una de las estructuras que recurrentemente se encuentra en la maquinaria celular sea un ciclo de activación-inactivación que involucra dos estados de la misma proteína: una proteína puede ser activada mediante la incorporación de un grupo químico e inactivada con su remoción, donde la denominación ?activa? significa que en ese estado la proteína puede realizar una tarea específica. Estos ciclos se denominan ciclos de modificación covalente o post-traduccional. Las redes de señalización contienen cascadas o cadenas de ciclos de modificación covalente, de modo que la proteína activada en un ciclo opera como activadora del ciclo siguiente, y así sucesivamente. En este trabajo consideramos un único ciclo de modificación covalente, cuyas componentes pueden entrar y salir de un compartimiento celular, el

núcleo por ejemplo, y una vez allí actuar sobre proteínas ?target?, activándolas, secuestrándolas, inhibiéndolas, etc. Mostraremos cómo la dinámica de un único ciclo se enriquece por estos dos mecanismos actuando en forma conjunta y con escalas temporales adecuadas, dando lugar a oscilaciones sostenidas en la cantidad de proteína activa. Estos resultados suman un nuevo mecanismo hasta ahora no identificado para generar oscilaciones, que involucra de una manera simple la espacialidad de la célula, tenida en cuenta a través de compartimientos celulares. Suponemos que se trata de un mecanismo que podremos generalizar combinando biestabilidad, secuestro y diferentes escalas temporales.

**Contacto:** Alan Givré, agivre@gmail.com

ME-FNL-SC3 15:00 – 15:30 hs Aula Audiovisuales

## Procesamiento de Información a Nivel Celular: señalización pre-equilibrio, efectos cooperativos y tráfico de receptores de membrana

Sevlever F[1] [2],Di Bella J P[1],Colman-Lerner A[1],Ventura A C[1]

[1] *Instituto de Fisiología Biología Molecular y Neurociencias, CONICET-UBA*

[2] *Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad de Buenos Aires*

En trabajos previos hemos presentado la existencia del mecanismo Sensado y Señalización Pre-Equilibrio (Pre-Equilibrium Sensing and Signaling, PRESS), que permite a las células discriminar niveles de señales que saturan a los receptores en el equilibrio. El mecanismo se basa en el acople entre un módulo de detección lento y con respuesta sostenida y un módulo de transducción rápido y con respuesta transitoria. Lo que resulta de PRESS es que ciertos sistemas de señalización pueden responder en forma dosis-dependiente aún para dosis que saturan al sistema de detección en equilibrio, expandiendo así el rango dinámico del sistema (rango de estímulos para los cuales la respuesta es dosis-dependiente).

En estudios anteriores no hemos considerado el tráfico de receptores de membrana, es decir los procesos de internalización y reciclado. Estos fenómenos no suelen considerarse en modelos de señalización en base a la suposición de que ocurren en escalas temporales más lentas que el sensado y transducción de señales. Sin embargo, el mecanismo PRESS requiere un sensado lento, con lo cual las escalas se hacen comparables y es importante considerar todos estos procesos en forma conjunta.

Hemos analizado también receptores de membrana cuya activación requiere del pegado de más de un ligando, donde el pegado del primero puede favorecer, inhibir o ser independiente del pegado de los próximos (cooperatividad positiva, negativa, o sitios independientes). Se sabe que en equilibrio no es posible distinguir cooperatividad negativa de sitios independientes. En esta dirección, un trabajo muy reciente indica que la información pre-equilibrio permitiría distinguir entre estas dos configuraciones. El trabajo citado es una primera aproximación al problema, nosotros hemos estudiado en detalle la dinámica de efectos cooperativos con un abordaje teórico, computacional y estadístico.

**Contacto:** Federico Sevlever, fede_825@hotmail.com

ME-FNL-SC4 15:30 – 16:00 hs Aula Audiovisuales

## Estudio actigráfico de sueño mediante acelerómetros comerciales de teléfonos celulares

Kaufman B[1]

[1] *Instituto Balseiro - Universidad Nacional de Cuyo*

Se implementa una aplicación para teléfonos celulares con sistema operativo Android, y a través de la misma se miden 71 noches de sueño (no necesariamente de la misma persona, no necesariamente todas distintas). Los celulares se colocan en el tobillo de la persona, sujeto por una media, que difiere de la literatura en que en la misma se coloca el dispositivo actigráfico en la muñeca.

A partir de cada dato obtenido se miden tiempos de duración de quietitud del sujeto (cambios en aceleración debajo de un umbral) y los mismos para los períodos de movimiento. Además se observa el patrón unidimensional geométrico de los puntos en los cuales hay movimiento, y se le aplica el método de "box counting" para definir si el mismo es fractal, y se analiza la estadística de eventos individuales dentro de un dado tren de movimiento, para analizar su correlación.

Combinando estos datos para los 71 casos, se obtiene que los tiempos de movimiento siguen una distribución de ley de potencia con exponente 2.8 +/- 0.1 y tiempo mínimo 1.4s +/- 0.4s, que coincide con lo encontrado por la literatura en forma de distribución y órdenes de magnitud. Además se encuentra que los tiempos de quietitud son de 1h +/- 5min, sustancialmente más largos que los encontrados por la literatura, siempre del orden de los 20min; esto se explica al moverse mucho menos el pie que la muñeca durante el sueño, causando períodos más largos de quietitud de piernas. Finalmente, se observa un amplio régimen para el cual los eventos de movimiento durante el sueño son fractales de acuerdo al "box counting", y se ve que los eventos de movimiento no son independientes, sino que están correlacionados.

**Contacto:** Bruno Kaufman, brunokaufman42@gmail.com

# MIÉRCOLES 05

ME-FNL-SC5 14:30 – 15:00 hs Aula Audiovisuales

## Estudio del modelo de Ising con interacciones segundos vecinos en una red doble capa hexagonal

Gomez Albarracin F A[1 2],Rosales H D[1 2],Serra P[3 4]

[1] *Instituto de Física, Facultad de Cs. Exactas, Universidad Nacional de La Plata*

[2] *Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Plata*

[3] *Instituto de Física Enrique Gaviola de Córdoba, CONICET-UNC*

[4] *Facultad de Matemática Astronomía y Física - Universidad Nacional de Córdoba*

Estudiamos el modelo de Ising en una bicapa formada por dos redes hexagonales con interacciones antiferromagnéticas primeros vecinos en las redes y primeros y segundos vecinos inter-redes en presencia de un campo externo. Este modelo frustrado presenta regiones altamente degeneradas, que implican entropía extensiva a baja temperatura para casos específicos.

Presentamos el diagrama de fases general a $T = 0$ y estudiamos el comportamiento del modelo con temperatura utilizando dos métodos complementarios:

(a) Solución exacta en una red doble capa de Bethe coordinación 3 (aproximación tipo campo medio)

(b) Simulaciones de Monte Carlo (Metropolis y Wang-Landau)

Construimos y contrastamos el diagrama de fases obtenido por ambos métodos, como así también los distintos parámetros de orden, energías libres y calores específicos. En particular, utilizamos diferentes variables para caracterizar las regiones con entropía extensiva, presentes incluso con campo magnético aplicado, comparando resultados de las diferentes técnicas.

**Contacto:** Flavia Alejandra Gomez Albarracin, albarrac@fisica.unlp.edu.ar

ME-FNL-SC6 15:00 – 15:30 hs Aula Audiovisuales

## Transiciones de fase magnéticas con puntos críticos de segundo orden a campo finito

Bustingorry S[1],Pomiro F[2],Aurelio G[1],Curiale J[1 3]

[1] *Centro Atómico Bariloche - CONICET, Comisión Nacional de Energía Atómica*

[2] *Instituto de Investigaciones Físico-Químicas de Córdoba, CONICET-UNC*

[3] *Instituto Balseiro - Universidad Nacional de Cuyo*

El diagrama de fases que típicamente asociamos a una transición magnética tiene una línea de transición de primer order a campo magnético nulo que termina en un punto crítico de segundo orden a la temperature de Curie ($T = T_c, H = 0$). Mientras que la línea de transición de primer order separa dos estados mágneticos con simetría *up-dow*, con un salto entre estados con magnetización $\pm M$, la magnetización se anula de forma continua al pasar por el punto crítico. En este trabajo mostraremos a partir de un modelo de Landau de campo medio, que acopla la magnetización a cambios estructurales, como pueden generarse puntos críticos de segundo orden a campo magnético finito ($T = T_c, H = \pm H_c$) y un punto triple con un salto de magnetización a campo nulo. El análisis se basará en una generalización del gráfico de Arrott, que en su forma usual consiste en graficar $H/M$ en función de $M^2$ a temperatura constante, que permite ubicar el punto crítico en una transición de segundo orden. Aplicaremos este análisis al estudio del diagrama de fases magnético del sistema $La_{2/3}Ca_{1/3}MnO_3$ y presentaremos estimaciones de la localización del punto triple y de los puntos críticos de segundo orden.

**Contacto:** Sebastián Bustingorry, sbusting@cab.cnea.gov.ar

ME-FNL-SC7 15:30 – 16:00 hs Aula Audiovisuales

## Resonancia estocástica en simulaciones Monte Carlo de adsorción de plata sobre oro.

Giménez M C[1]

[1] *Facultad de Matemática Astronomía y Física - Universidad Nacional de Córdoba*

El fenómeno de resonancia estocástica consiste en el efecto del ruido sobre una señal periódica, que tiene como consecuencia una amplificación de la respuesta del sistema. Fue estudiado por primera vez a principios de los años 80 simultáneamente por un grupo en Bélgica y otro en Italia, aplicado a los períodos de glaciación de la tierra. Esta idea se extendió posteriormente a muchas ramas de la ciencia, incluyendo sistemas físicos, químicos, eléctricos, sociales y biológicos.

Con anterioridad se habían realizado estudios de resonancia estocástica en el contexto de los modelos de opinión, en colaboración con el Dr. Horacio Wío. El sistema consistía en un conjunto de agentes, con dos posibles estados de opinión, que se pueden contagiar mediante el modelo de Sznajd, con una propaganda periódica externa, que ejerce influencia sobre el sistema en una u otra dirección, y una temperatura social, que aporta el grado de estocasticidad necesario para la observación del fenómeno.

El trabajo actual consiste en simulaciones Monte Carlo de adsorción de una monocapa de plata sobre una superficie de $Au(100)$. Se estudió el proceso de adsorción y desorción de la plata, como consecuencia de la variación periódica del potencial químico. La función que describe la variación temporal del potencial químico es una función seno, con amplitud y longitud de onda características. Se estudió la distribución del tiempo de residencia en cada estado, como así también la relación señal-ruido (SNR) de la transformada de fourier del grado de cubrimiento y su relación con las distintas variables: amplitud, longitud de onda y temperatura.

La analogía entre los dos sistemas consiste en la correspondencia entre las dos opiniones posibles y los dos estados de ocupación posibles de cada sitio en la superficie. Por otro lado, la propaganda y el potencial químico juegan el mismo papel de señal externa periódica. Finalmente la temperatura social y la temperatura real cumplen el papel de fuente de ruido necesario para la observación del fenómeno. Los resultados observados para ambos sistemas son cualitativamente similares, demostrando la generalidad de la física subyacente, más allá del sistema particular estudiado.

**Contacto:** María Cecilia Giménez, cgimenez@famaf.unc.edu.ar

ME-FNL-SC8 16:00 – 16:30 hs Aula Audiovisuales

## Caracterización de Materiales Nanoestructurados de Sílice mediante Simulación Monte Carlo

Yelpo V[1 2],Cornette V[1 2],Lopez R[1 2]

[1] *Instituto de Física Aplicada,CONICET-UNSL*

[2] *INFAP-Universidad Nacional de San Luis*

Los materiales mesoporosos ordenados (MMO) juegan un importante rol tecnológico debido a sus aplicaciones químicas, bioquímicas y medioambientales desempeñándose como soportes catalíticos y adsorbentes, particularmente en reacciones que involucran moléculas grandes En particular, materiales mesoporosos de sílice han atraído una gran atención en la ciencia de materiales debido a sus propiedades texturales y morfológicas tales como altas superficies específicas, grandes volúmenes de poro, estrecha distribución de tamaño de poro, poros de gran tamaño y estructura de poro regular . Como consecuencia, estas estructuras de sílice permiten el acceso a moléculas de gran tamaño y presentan mejores actividades catalíticas y capacidades de adsorción en comparación con los materiales microporosos. Entre los MMO se encuentra la SBA-15 (Santa Barbara Amorphous), uno de los más estudiados, no solo por su alta regularidad estructural, sino también por los diversos tamaños de poros y espesores de pared que pueden ser obtenidos en este tipo de materiales empleando condiciones apropiadas de síntesis. En este trabajo se proponen diferente modelos para modelar la superficie adsorbente y se caracterizan diferentes materiales mediante la determinación de la distribución de tamaños de poro y desde el punto de vista energético a través de la entalpía de Adsorción. Los resultados obtenidos por medio de simulación de Monte Carlo en el Gran Canónico son contrastados con datos experimentales obteniendo un muy buen acuerdo.

**Contacto:** Victor Antonio Yelpo, victoryelpo@gmail.com

# JUEVES 06

ME-FNL-SC9 14:30 – 15:00 hs Aula Audiovisuales

## Correlaciones temporales en la dinámica del modelo de Vicsek con ruido vectorial

Gulich D[1 2],Baglietto G[1 2],Rozenfeld A F[3 4],Albano E V[1 5]

[1] *Instituto de Física de Líquidos y Sistemas Biológicos, CONICET, UNLP*

[2] *Departamento de Ciencias Básicas, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata*

[3] *Núcleo INTELYMEC (Facultad de Ingeniería-UNCPBA)*

[4] *CIFICEN (UNCPBA-CICPBA-CONICET), Olavarría*

[5] *Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas, UNLP*

El modelo de Vicsek describe el comportamiento de agentes autopropulsados que adoptan la dirección de movimiento de sus vecinos en su entorno. En este trabajo estudiamos las correlaciones temporales en la evolución del parámetro de orden $\phi$ estimando su exponente de Hurst ($H$) con *detrended fluctuation analysis* (DFA) para el modelo de Vicsek con ruido vectorial. Presentamos resultados de este parámetro en función del amplitud del ruido $\eta$ introducido en la simulación, comparando con la conocida transición de fase orden-desorden para ese rango de ruidos.

**Contacto:** Maximiliano Damian Gulich, damian.gulich@gmail.com

ME-FNL-SC10 15:00 – 15:30 hs Aula Audiovisuales

## Pérdida de información en sistemas de transmisión con probabilidad de error

Chacoma A[1 2],Kuperman M[1 2],Mato G[1 2]

[1] *CONICET*

[2] *Instituto Balseiro - Universidad Nacional de Cuyo*

Los sistemas de transmisión de información basados en nodos que se conectan formando redes complejas, emergen naturalmente en sistemas tecnológicos, sociales y biológicos.

Al ser la mayoría de estos sistemas altamente relevantes para cada una de estas áreas, es necesario el estudio y caracterización de los mismos para prevenir, evaluar y solucionar posibles fallas.

En este contexto, los errores en la transmisión de señales y/o mensajes que se propagan a través de nodos de una red compleja, dan lugar a fenómenos emergentes no triviales en el sistema.

En este trabajo presentamos un estudio de los efectos de la pérdida de información generada a partir de errores de comunicación en sistemas de transmisión soportado por redes complejas y una caracterización de los fenómenos emergentes.

**Contacto:** Andrés Chacoma, andres.chacoma@gmail.com

ME-FNL-SC11 15:30 – 16:00 hs Aula Audiovisuales

## La vacunación y la acción de agentes externos

Dorso C[1 2],Balonga P[1 2],Medus A[3]

[1] *Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad de Buenos Aires*

[2] *Instituto de Física de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales CONICET- Universidad de Buenos Aires*

[3] *Instituto Tecnológico de Buenos Aires*

Vaccination is widely recognized as the most effective way of immunization against many infectious diseases. However, unfounded claims about supposed side effects of some vaccines have contributed to spread concern and fear among people, thus inducing vaccination refusal. For instance, MMR vaccine coverage has undergone an important decrease in a large part of Europe and US as a consequence of erroneously alleged side effects, leading to recent measles outbreaks. In this work, we propose a general agent-based model to study the spread of vaccination behavior in social networks, not as an isolated binary opinion spreading on it, but as part of a process of cultural dissemination in the spirit of Axelrod's model. We particularly focused on the impact of a small anti-vaccination movement over an initial population of pro-vaccination social agents. Additionally, we have considered two classes of edges in the underlying social network: personal edges able to spread both opinions and diseases; and the non-personal ones representing interactions mediated by information technologies, which only allow opinion exchanges. We study the clustering of unvaccinated agents as a dynamical outcome of the model, together with its direct relation with the increase of the probability of occurrence and the final size of measles outbreaks. Finally, we illustrate the mitigating effect of a public health campaign, represented by an external field, against the harmful action of anti-vaccination movements. We show that the topological characteristics of the clusters of unvaccinated agents determine the scopes of this mitigating effect.

**Contacto:** Claudio Dorso, codorso@df.uba.ar

ME-FNL-SC12 16:00 – 16:30 hs Aula Audiovisuales

## Estudio de la re-emergencia del dengue en la Ciudad de San Ramón de la Nueva Orán

Gutierrez J A[1 2],Laneri K F[3]

[1] *Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de Salta*

[2] *Instituto de Investigación en Energías No Convencionales, CONICET-UN de Salta*

[3] *Grupo de Física Estadística e Interdisciplinaria, Centro Atómico Bariloche - CONICET*

El Dengue es una enfermedad viral transmitido por la picadura del mosquito hembra del Aedes aegypti. En particular, en la ciudad de San Ramón de la Nueva Orán, el Dengue no es una enfermedad endémica en esta ciudad, pero cada año ocurre un brote en los meses de verano. Una de las principales causas de los brotes es que la presencia del mosquito es maxima en los meses de Enero a Marzo, debido a que las lluvia son estacionales. Otro factor importante a tener en cuenta, es que durante todo el año hay inmigración proveniente de zonas endémicas (sur de Bolivia). El objetivo de este trabajo, es mostrar la relación entre las estacionalidad de la presencia del mosquito y la inmigración de personas infectadas, y como debido a estos dos factores es posible explicar los recurrentes brotes que ocurren cada año en la Ciudad de Orán.

**Contacto:** Javier Armando Gutierrez, eljavizz@gmail.com

# FOTÓNICA Y ÓPTICA

## MIÉRCOLES 05

FyO1 14:30 – 14:50 hs Aula 1-0-1

### Formación de imágenes de absorción y fluorescencia en medios turbios usando geometría de reflectancia difusa

Carbone N A[1],Pomarico J A[1],Iriarte D I[1]

[1] *Centro de Investigaciones en Física e Ingeniería del Centro de la Pcia. de Buenos Aires (CIFICEN), UNCPBA - CONICET, Tandil, Argentina*

El presente trabajo apunta al estudio del uso de luz NIR (radiación de infrarrojo cercano, por sus siglas en ingles) para la detección de neoplasias embebidas en tejido biológico de baja densidad. En geometría de reflectancia, se ilumina el tejido con una fuente puntual y se forma imagen de una porción grande de la superficie libre de la cara de entrada con una cámara CCD de alta sensibilidad.

Para compensar el decaimiento exponencial de la intensidad de la luz a medida que nos alejamos de la fuente, se desarrolló un procedimiento de normalización novedoso. El mismo consiste en tomar múltiples fotografías del medio moviendo la cámara y la fuente, manteniendo la posición relativa entre ellas. Luego, estas imágenes son combinadas para lograr un "fondo" en el cual la presencia de la inclusión se difumina. Como una forma de aumentar el contraste entre la inhomogeneidad y el medio, también se estudió el uso de fluoróforos. En particular, la indocianina verde (ICG, en ingles) fue elegida debido a que varios estudios independientes han mostrado que su farmacocinética difiere entre tejido sano y lesiones malignas.

Dada la baja relación señal-ruido que esta técnica habitualmente produce, los procedimientos de análisis de imágenes y reducción de ruido tienen un papel muy importante. Debido a esto, se caracterizaron y modelaron las fuentes de ruido y se estudiaron diferentes técnicas para reducirlos.

Sumado a esto, se desarrollo un potente y versátil algoritmo de montecarlo que simula el transporte de luz en medios turbios con fluoróforos e inhomogeneidades. Este software, que hace uso de computación paralela en GPUs, fue caracterizado y validado, resultando un aporte muy importante para el entendimiento y caracterización de la técnica presentada.

Finalmente, se realizaron experimentos de laboratorio usando fantomas artificiales que representan situaciones realistas y los resultados fueron comparados con las simulaciones de montecarlo y con modelos teóricos.

**Contacto:** Nicolás Abel Carbone, ncarbone@exa.unicen.edu.ar

FyO2 14:50 – 15:10 hs Aula 1-0-1

## Nanopartículas de Na en haluros alcalinos. Modelado utilizando la aproximación de dipolos discretos

Mendoza L J[1],Carrera A[1],Tocho J[1 2],Schinca D[1 3],Scaffardi L[1 3]

[1] *Centro de Investigaciones Opticas (CIOp), La Plata, Argentina*

[2] *Facultad de Ciencias Exactas - Universidad Nacional de La Plata*

[3] *Departamento de Ciencias Básicas, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata*

Existen varios métodos para la fabricación de nanopartículas de diversos materiales [1], que pueden conducir a diferentes formas y tamaños de las mismas [2]. Si bien para modelar la respuesta óptica de nanopartículas esféricas existen soluciones exactas (Teoria de Mie [3]), para el caso de otras formas geométricas las soluciones analíticas pueden ser muy difíciles de obtener. En estos casos se utilizan técnicas numéricas, siendo la aproximación de dipolos discretos (DDA) [4] una de las más utilizadas.

En esta presentación se realiza una breve introducción a la técnica DDA, se muestran espectros de extinción para nanopartículas de sodio de diferentes geometrías y se los compara con los espectros de nanopartículas esféricas obtenidas con teoría de Mie. Finalmente se aplica el método a muestras de nanopartículas pequeñas de Na obtenidas por precipitación en haluros alcalinos.

[1] K. B. Narayanan, N. Sakthivel. Biological synthesis of metal nanoparticles by microbes.156(2), (2010), pp. 1?13. Advances in Colloid and Interface Science.

[2] C. J. Murphy. Nanocubes and Nanoboxes. 298, 2139 (2002). Science.

[3] T. Wriedt. Mie Theory: A Review Thomas pp. 53-71. Chapter 2. Predicting the Appearance of Materials Using Lorenz Mie Theory.

[4] B. T. Draine, P. J. Flatau. Discrete-Dipole Approximation For Scattering Calculations. 11, 4/(1994). Opt. Soc. Am. A.

**Contacto:** Luis Joaquín Mendoza, joaquinm@ciop.unlp.edu.ar

FyO3 15:10 – 15:30 hs Aula 1-0-1

## Teorema de Keller en la respuesta óptica de sistemas nanoestructurados

Rodriguez L A[1],Ortiz G P[1],Mochán W L[2]

[1] *Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura - Universidad Nacional del Nordeste*

[2] *Instituto de Ciencias Físicas, Universidad Nacional Autónoma de México*

Una de las aplicaciones del teorema de Keller es verificar cálculos de propiedades macroscópicas de sistemas bidimensionales compuestos con dos fases. Originalmente ese teorema ha sido planteado estrictamente para casos estacionarios en los que $\nabla \cdot \vec{J} = 0$, siendo $\vec{J}$ el flujo de una cantidad microscópica. En este trabajo, analizamos el método recursivo ENR empleado para el cálculo de la función dieléctrica macroscópica de sistemas compuestos nanoestructurados. Debido a que en estos sistemas las longitudes características son mucho menores que la longitud de onda del haz de prueba, en el ENR se aplica la aproximación de longitud de onda larga. Proponemos una reformulación del terorema de Keller en términos de $\nabla \cdot \vec{D} = 0$, siendo $\vec{D}$ el vector desplazamiento eléctrico, con el que logramos extender su aplicación para analizar la respuesta óptica de sistemas compuestos metal-dieléctrico nanoestructurados. Verificamos los cálculos de funciones dieléctricas macroscópicas de esos sistemas diseñados para responder de forma específica en el rango óptico.

**Contacto:** Guillermo Pablo Ortiz, gu1ll3p0@gmail.com

FyO4 15:30 – 16:00 hs Aula 1-0-1

## Charla Especial: Lentes oftálmicas con tecnología Freeform: desarrollo argentino y mercado internacional

Comastri S A[1]

[1] *Departamento de Física, Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires*

Una lente oftálmica tallada con torno Freeform, se manufactura a partir de un semiterminado con cara externa esférica de cierta potencia y se tornea punto a punto su cara interna de acuerdo a algún perfil que corrige la ametropía y/o el prisma del paciente. Si la lente es progresiva, la comodidad del présbita que la usa, depende en gran medida del diseño de dicho perfil. En 2008 comenzamos a implementar un modelo matemático que, a diferencia de los existentes, permite expresar el perfil progresivo de forma continua. Posteriormente desarrollamos lentes monofocales tóricas y atóricas; progresivas de diversos modelos; ocupacionales; bifocales y mono-visión. Implementamos las tecnologías de blending (para suavizar el borde de la lente y/o reducir su espesor), de optimización de espesor central (teniendo en cuenta el armazón del paciente) y de personalización (para compensar la refracción central oblicua). Siguiendo los lineamientos del Data Communication Standard-Vision Council, implementamos dos softwares, uno de diseño de superficies progresivas (GPAL) y otro para ajustar el diseño, progresivo o no, a la prescripción, armazón y condiciones de uso del paciente (Novar Designer). Este último software ha sido incorporado a los tornos Satisloh, Schneider y Coburn y nuestros diseños son utilizados por más de 100.000 pacientes de Argentina, Colombia, Ecuador, Brasil, etc.

FyO5 16:00 – 16:30 hs Aula 1-0-1

## Asamblea de la División Fotónica y Óptica

Orden del día a confirmar

# JUEVES 06

FyO6 14:30 – 14:50 hs Aula 1-0-1

## Determinación de espesores de películas delgadas mediante holografía digital

Balducci N[1],Budini N[1 2],Urteaga R[1]

[1] *Instituto de Física del Litoral (UNL-CONICET)*

[2] *Facultad de Ingeniería Química - Universidad Nacional del Litoral*

La determinación de espesores de películas delgadas depositadas sobre distintos sustratos es de suma importancia en muchas áreas de la investigación básica o aplicada en física. Existen diversos métodos para este propósito, siendo los más comunes aquellos basados en la espectroscopía óptica por transmitancia o reflectancia. La holografía digital (HD) es una técnica óptica no destructiva mediante la cual se registra un mapa bidimensional de interferencia (holograma) debido a la superposición, sobre un sensor tipo CCD o CMOS, de un haz o frente de onda de

referencia y otro proveniente de la muestra bajo estudio (ambos coherentes entre sí), ya sea al ser reflejado o transmitido por ella. El holograma digital así registrado contiene información sobre la morfología tridimensional de la muestra, dado que la intensidad en cada uno de sus píxeles es función de la diferencia de fase (o diferencia de camino óptico) entre los frentes de onda que interfieren. Debido a su alta sensibilidad a diferencias de camino óptico, la HD resulta útil para la determinación precisa de mapas bidimensionales del espesor de películas delgadas, lo cual es superador respecto de las técnicas espectroscópicas que proveen *per se* sólo un valor medio del espesor sobre el área iluminada de la muestra. En este trabajo estudiamos la implementación de un esquema holográfico simple en configuración Michelson para determinar la distribución de espesores de películas delgadas. Analizamos depósitos de plata, obtenidos por evaporación, y depósitos de óxido de silicio, obtenidos por RF-sputtering, sobre sustratos de silicio monocristalino para testear el desempeño del sistema experimental. Se optimizaron el sistema experimental y los algoritmos numéricos de reconstrucción y corrección de aberraciones ópticas para desarrollar un sistema fiable de medición de espesores de películas delgadas de distinta naturaleza.

**Contacto:** Nicolás Budini, budinense@gmail.com

FyO7 14:50 – 15:10 hs Aula 1-0-1

## Distribución Cuántica de Claves en aire con estados señuelo: una implementación más allá de la mesa óptica.

Magnoni A G[1],López Grande I H[2],Larotonda M A[2]

[1] *Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad de Buenos Aires*

[2] *Departamento de Investigaciones en Láseres y Aplicaciones (CITEDEF) - UNIDEF - CONICET*

En este trabajo se presenta un sistema completo de Distribución Cuántica de Claves criptográficas, utilizando un protocolo con estados señuelo. Los qubits se codifican en el estado de polarización de pulsos ópticos atenuados, producidos por LEDs infrarrojos. La propagación de los mismos entre las estaciones que buscan compartir una clave se realiza en aire, que es la implementación más prometedora para cubrir grandes distancias (vía satélites de baja órbita). Las terminales de emisión y recepción se encuentran en plataformas independientes y están separadas 8 metros, siendo este sistema el primero a nivel local en ser ensayado a distancias que exceden las de la mesa óptica.

Para compensar eventuales desalineaciones por gradientes térmicos en atmósfera y pequeñas variaciones mecánicas, el sistema cuenta con un método de corrección de la puntería, basado en un haz contrapropagante, un sensor CMOS de 1280x960 pixels y un espejo con actuadores remotos.

La inclusión de estados señuelo garantiza la seguridad del protocolo ante ataques del tipo *photon number splitting* (PNS), causados por la imposibilidad tecnológica actual de desarrollar fuentes de emisión de fotones únicos. Los estados señal y señuelo presentes en este trabajo se obtienen alimentando los LEDs con pulsos electrónicos de diferente intensidad.

El aparato en su conjunto funciona de forma autónoma, y en las condiciones descriptas es capaz de generar clave criptográfica cruda a una tasa de 185 bits/s, con un error del 6,15 $\%$. Si bien este valor garantiza la generación de clave segura mediante mecanismos de amplificación de la privacidad, por medio de otras operaciones de postprocesamiento de la clave como reconciliación y corrección de errores, se puede disminuir esta tasa de error por bit a valores menores que el 1 $\%$.

**Contacto:** Agustina Gabriela Magnoni, agustina.magnoni@hotmail.com

FyO8 15:10 – 15:30 hs Aula 1-0-1

## Separación isotópica de Si mediante la DMFIR con 2 frecuencias

Risaro M[1],D'Accurso V[1],Azcárate M L[1 2],Codnia J[1]

[1] *Departamento de Investigaciones en Láseres y Aplicaciones (CITEDEF) - UNIDEF - CONICET*

[2] *Investigador/a CONICET*

Los isótopos de silicio son de interés para la industria de los semiconductores, debido a la mejora en las propiedades ópticas y de transporte que produce la utilización de $^{28}$Si de alta pureza. Uno de los métodos con alto potencial para la obtención de $^{28}$Si enriquecido es la Separación Isotópica por Láser. La Disociación Multifotónica Infrarroja (DMFIR) es un método de separación de isótopos con láser altamente selectivo el cual consiste en la absorción secuencial de fotones resonantes con un modo de vibración de la molécula desde el estado fundamental hasta sobrepasar el umbral de disociación. La eficiencia de la DMFIR se ve reducida por la anarmonicidad de los niveles vibracionales. Como resultado de esto disminuye la sección eficaz de absorción puesto que la energía del fotón excede a la separación entre niveles. Las consecuencias de este efecto pueden reducirse utilizando dos láseres IR: uno de baja energía resonante con los primeros niveles vibracionales (excitación) para garantizar la selectividad del proceso y, otro sin restricciones de sintonía pero de alta energía (disociación) para producir la disociación molecular.

En este trabajo se presentan los resultados de las experiencias de DMFIR con dos frecuencias utilizando $SiF_4$ como molécula de trabajo. La muestra se inyectó en una cámara de vacío mediante una válvula pulsada. La excitación y disociación IR de $SiF_4$ se realizó con dos láseres de $CO_2$ TEA. Como sistema de detección se utilizó un espectrómetro de masas de tiempo de vuelo con ionización multifotónica. El análisis de las señales obtenidas se realizó mediante los estimadores $\alpha$ y $\beta$ asociados a la eficiencia de la disociación y al grado de enriquecimiento isotópico obtenido, respectivamente. Con el fin de optimizar el proceso de enriquecimiento isotópico se estudió el efecto de la variación de la fluencia y longitud de onda de los láseres de excitación y de disociación sobre los valores de $\alpha$ y $\beta$.

**Contacto:** Matías Risaro, matiasrisaro@gmail.com

FyO9 15:30 – 15:50 hs Aula 1-0-1

## Microscopía 3D por Barrido Orbital y Modulación Radial: Fundamentos y Aplicaciones

Zaza C[1],Gabriel M[1 2],Estrada L[1 2]

[1] *Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad de Buenos Aires*

[2] *Instituto de Física de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales CONICET- Universidad de Buenos Aires*

La reconstrucción tridimensional de estructuras en la micro y nanoescala ha sido un tema de intensa investigación en los últimos años. Stimulated Emission Depletion (STED), Photo-activated localization microscopy (PALM), y STochastic Optical Reconstruction Microscopy (STORM) son algunas de las técnicas hoy en día más comúnmente utilizadas. Mientras que STED está basada en la reducción del tamaño del haz de iluminación a partir de la desexcitación selectiva por emisión estimulada, PALM y STORM se basan en el principio de que un emisor individual se puede localizar con una precisión que depende del número de fotones colectados. Ambos enfoques han sido exitosamente utilizados en numerosos ejemplos logrando producir imágenes de gran calidad

con una resolución espacial de algunas pocas decenas de nm y dependiendo del tamaño de la imagen algunas decenas de segundos de resolución temporal. Sin embargo, dado la relativamente baja resolución temporal, para la aplicación de estos métodos es esencial que la muestra de interés esté inmovilizada durante la adquisición de la imagen.

En este trabajo presentamos un método alternativo basado en el barrido orbital de un haz de excitación alrededor de la estructura de interés. Esta tecnología es capaz de producir imágenes tridimensionales de estructuras fluorescentes con resolución nanométrica y en pocas decenas de milisegundos. El método se basa en el hecho de que cuando el haz de excitación se acerca a un objeto fluorescente, la intensidad de luz emitida depende de la distancia del haz de excitación a la superficie del objeto. Modulando la distancia entre el haz de excitación y el objeto, y teniendo en cuenta la no-linealidad del perfil del haz de excitación, es posible obtener para la señal de fluorescencia colectada, una respuesta oscilatoria cuya amplitud depende únicamente de la distancia a la superficie del objeto [1]. Además, dado que el haz de excitación está en todo momento en las inmediaciones de la estructura de interés, es posible medir especímenes que estén en movimiento.

En este trabajo presentaremos simulaciones numéricas que demuestran el funcionamiento del método así como experimentos control en muestras tridimensionales fluorescentes fabricadas por litografía óptica. Mostraremos un ejemplo en una planta modelo (*Arabipdosis Thaliana*) para la reconstrucción tridimensional de raíces de 50 $mu$m de longitud y 5 $\mu$m de diámetro en condiciones fisiológicas. Finalmente, mostraremos que se puede reemplazar el sistema de enfoque tradicional, basado en el movimiento mecánico del objetivo, por un sistema simple con una lente eléctricamente sintonizable, aumentando así en 1 orden de magnitud la velocidad y en 2 órdenes de magnitud el rango de barrido.

[1] L. Lanzano, MA. Digman, P. Fwu, H. Giral, M. Levi, E. Gratton, Journal of Biophotonics 4(6), 415-424 (2011)

**Contacto:** Cecilia Zaza, cecilia.zaza@hotmail.com

FyO10 15:50 – 16:10 hs Aula 1-0-1

## Empujando límites con la luz: generación y detección de fonones acústicos en resonadores semiconductores.

Sesin P E[1],Villafañe V[1],Anguiano S[1],Bruchhausen A E[1],Fainstein A[1]

[1] *Laboratorio de Fotónica y Optoelectrónica, Centro Atómico Bariloche e Instituto Balseiro, Bariloche, Río Negro, Argentina*

Se cree que Kepler fue el primero en observar que la radiación entre cuerpos podía llegar a interferir en el movimiento de éstos. Naturalmente apasionante, tanto en las escalas de la física observada por Kepler como en la nanoescala, el estudio de la interacción luz-movimiento ha despertado como interrogante concebir sistemas donde el movimiento sea controlado por luz, o la luz controlada mediante movimiento.

En particular, nanoestructuras de GaAs/AlAs, semiconductores de tipo III-V cuyas excitaciones fundamentales están en el infrarrojo cercano, pueden constituir microcavidades ópticas dando lugar a estados ópticos resonantes sintonizados con las energías de las excitaciones electrónicas. En ciertas condiciones de baja temperatura se originan estados electrónicos ligados (excitones) con menor energía que el gap semiconductor, fuera del continuo de excitaciones. Cuando éstos pueden ser excitados en resonancia mediante luz en una cavidad, la interacción luz-materia adquiere una nueva descripción cuántica a partir de estados mixtos fotón-excitón, denominados polaritones de

cavidad. Estos nuevos estados permiten incrementar la vida media de los fotones en la cavidad optimizando los procesos de generación de vibraciones ultrasónicas, "empujando" a la cavidad.

Recientemente se ha demostrado que las mencionadas cavidades ópticas resonantes en el infrarrojo cercano resultan también ser óptimos resonadores acústicos en el rango de GHz-THz, introduciendo un fuerte acoplamiento luz-sonido. La facilidad de acoplar estos estados ópticos y vibracionales mediante polaritones de cavidad abre paso así a la concepción de fenómenos de acoplamiento optomecánico sin precedentes mediante experimentos con láseres continuos y pulsados en el tiempo.

**Contacto:** Pablo Ezequiel Sesin, pabloezes@gmail.com

FyO11 16:10 – 16:30 hs Aula 1-0-1

## Extracción de la información de speckle dinámico contenida en hologramas digitales para caracterización de procesos dinámicos

Budini N[1 2],Balducci N[1],Mulone C[3],Monaldi A C[4]

[1] *Instituto de Física del Litoral (UNL-CONICET)*

[2] *Facultad de Ingeniería Química - Universidad Nacional del Litoral*

[3] *Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Paraná*

[4] *Grupo de Óptica Láser, Instituto de Investigaciones en Energía No Convencional (UNSa-CONICET)*

Los patrones de speckle aparecen sobre la superficie de un objeto al ser éste iluminado con luz coherente. Éstos consisten en un mapa de puntos luminosos de intensidad aleatoria que cubre al objeto y contienen información acerca de las características físicas de su superficie. Si la superficie iluminada presenta variaciones en función del tiempo se obtiene un patrón de speckle dinámico, cuyo grado de variación temporal se suele denominar actividad speckle (AS). En los últimos años han surgido numerosos métodos para cuantificar esta actividad [1] pero, debido a la compleja relación existente entre la AS y las características del objeto bajo análisis, aún no se comprende claramente ni se puede explicar de manera consistente el vínculo entre la dinámica observada y los procesos físicos subyacentes. En este contexto resulta interesante combinar las técnicas de caracterización por speckle dinámico con otras que permitan obtener más información acerca del objeto de estudio, para así tener más herramientas para dilucidar cuáles son los mecanismos que dan lugar a una determinada evolución de la AS. En particular, la interferometría holográfica digital (IHD) permite cuantificar deformaciones o variaciones de la superficie analizada con precisión del orden de fracciones de la longitud de onda utilizada y puede implementarse en simultáneo con los métodos de speckle dinámico. En un trabajo reciente [2] implementamos ambas técnicas, speckle dinámico e IHD, en simultáneo para caracterizar el proceso de secado de una pintura sintética y mostramos cómo los resultados obtenidos estaban correlacionados y cómo permitían estimar el tiempo de secado, por un lado, y determinar las características morfológicas de la pintura, por otro. En este trabajo mostramos que la información de speckle dinámico puede extraerse directamente de los hologramas digitales y que ésta también se correlaciona con la información de speckle dinámico obtenida a partir de imágenes de speckle adquiridas separadamente. El hecho de disponer tanto de la información de speckle dinámico como de la información interferométrica de las variaciones sufridas por el objeto en una secuencia de imágenes holográficas abre nuevas posibilidades para la caracterización óptica de procesos dinámicos.

[1] E. Stoykova, D. Nazarova, N. Berberova, A. Gotchev, *Performance of intensity-based non-*

*normalized pointwise algorithms in dynamic speckle analysis*, Opt. Express **23** (2015) 25128–25142.

[2] N. Budini, C. Mulone, N. Balducci, F. M. Vincitorio, A. J. López, A. Ramil, *Characterization of drying paint coatings by dynamic speckle and holographic interferometry measurements*, Appl. Opt. **55** (2016) 4706–4712.

**Contacto:** Nicolás Budini, budinense@gmail.com

# PARTÍCULAS Y CAMPOS

## MIÉRCOLES 05

PC1 14:30 – 14:55 hs Anfiteatro B1

### Entropía relativa y desigualdad para la energía cuántica

Rosso F[1],Blanco D[2],Casini H[3],Leston M[2]

[1] *Departamento de Fisica, FCEyN, UBA*

[2] *Instituto de Astronomía y Física del Espacio, CONICET-UBA*

[3] *Instituto Balseiro, Centro Atómico Bariloche y CONICET*

La entropía relativa es una cantidad de la teoría de la información que cuantifica la distinguibilidad entre dos estados. Utilizando una de sus propiedades, la monotonicidad ante inclusión de regiones, es posible obtener una desigualdad para los valores de expectación de la energía de estados arbitrarios en una teoría de campos conforme. En este trabajo se deriva y analiza esta relación en 1+1 dimensiones.

**Contacto:** Felipe Rosso, feliperosso_@hotmail.com

PC2 14:55 – 15:20 hs Anfiteatro B1

### Regularización de singularidades espaciotemporales en teorías teleparalelas de gravedad

Vattuone N[1],Fiorini F[1]

[1] *Instituto Balseiro - Universidad Nacional de Cuyo*

En este trabajo se estudiaron dos tipos de teorías de gravedad modificada -en el contexto teleparalelo- con el objetivo de regularizar las singularidades a las que lleva inevitablemente la Relatividad General. Estas teorías se construyen sobre la base del esquema determinantal de Born-Infeld utilizado para regularizar el electromagnetismo. En trabajos anteriores [?], se aplica dicho esquema en el marco de las teorías teleparalelas de la gravedad, obteniéndose resultados positivos para regularizar la cosmología.

En la primera parte del trabajo, se estudió un modelo de gravedad teleparalela en 1+1 dimensiones, al cual se denominó teoría TT. A partir de esto, se propuso un método para el cálculo de las ecuaciones de Euler-Lagrange de la acción determinantal. Una vez obtenidas, se analizó el régimen de bajas energías y se observó que la traza de las ecuaciones da lugar a la gravedad de Jackiw-Teitelboim. Además, se estudió el modelo cosmológico al que lleva la acción de Born-Infeld, el cual resulta ser regularizado para ciertos parámetros de la teoría, al reemplazar la singularidad inicial del Big Bang por una etapa inflacionaria de extensión infinita hacia el pasado, tal como ocurre en 3+1 dimensiones.

En segundo lugar, se estudió la modificación determinantal de la Relatividad General en $D > 2$ dimensiones. Utilizando el método mencionado, se calcularon las ecuaciones de movimiento de la teoría, lo cual es un aporte original de este trabajo y un punto de partida esencial para el estudio de nuevas soluciones. A partir de ellas, se pudieron probar una serie de proposiciones que permiten saber bajo qué condiciones se recuperan las soluciones de la Relatividad General y bajo

cuáles se espera que haya modificación. En este marco, se muestra explícitamente cuales son las tétradas que dan lugar a Schwazschild y cómo se puede generar una constante cosmológica mediante un boost adecuado. Finalmente, estudiamos cómo el esquema de Born-Infeld regulariza la cosmología.

**Contacto:** Nicolás Vattuone, nicovattu_04@hotmail.com

PC3 15:20 – 15:45 hs Anfiteatro B1

## Hadronización en cromodinámica cuántica

Borsa I[1]

[1] *Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad de Buenos Aires*

La Cromodinámica Cuántica (QCD) es la teoría que mejor describe la interacción entre quarks y gluones en procesos de altas energías. El éxito fenomenológico de dicha teoría a lo largo de más de cuarenta años de validación en experimentos le da un estatus indiscutido en el paradigma actual para las interacciones fundamentales de la materia [1-3]. QCD es una teoría de campos de gauge, y la manera en que se la vincula a los distintos procesos de altas energías es a partir de una descripción perturbativa de los mismos. En dicha descripción, las secciones eficaces para distintos procesos se factorizan en una parte asociada a interacciones o mecanismos susceptibles de ser descriptos por cálculos perturbativos , y que predice QCD orden por orden, y otra parte típicamente no perturbativa, pero que es "universal". La universalidad consiste en que dicho aspecto de la interacción es independiente de un proceso particular y común a todas las mediciones, por lo que puede ser determinado en unas para predecir, a su vez, otras [4].
El procedimiento por el cual se determinan las componentes no perturbativas de los procesos de altas energías se denomina comúnmente "análisis global de QCD" y básicamente consiste en contrastar los resultados de distintos experimentos con los cálculos perturbativos correspondientes. Entre los distintos ingredientes no perturbativos de QCD, y que se obtienen a partir de análisis globales, se encuentran las funciones de fragmentación. En una primer aproximación, dichas funciones representan la probabilidad de que un gluón o un quark de determinada especie se fragmente en un hadrón, es decir, polarice el vacio a su alrededor para formar un hadrón de estado final, tal como requiere el confinamiento de color de QCD [5].
Éste trabajo pretende realizar un estudio detallado de los procesos de producción de hadrones a altas energías en el contexto de la Cromodinámica Cuántica (QCD) perturbativa. En particular, el trabajo se enfocará en el estudio de las probabilidades de fragmentación de quark y gluones en hadrones y su extracción a partir de análisis globales de QCD al orden siguiente al dominante (NLO). Se presentarán resultados correspondientes al cálculo y análisis fenomenológico de las secciones eficaces de hadroproducción en proceseos de dispersión inelástica semi-inclusiva, como las realizadas en experimentos de blancos fijos como Hermes en DESY y Compass en CERN.

[1] F. J. Yndurain, "The Theory of Quark and Gluon Interactions"(Springer Verlag, Berlin, 1999).
[2] J.C. Collins, D.E. Soper, and G. Sterman,"Perturbative QCD", Adv. Ser. Direct. High Energy Phys.5 , 1 (1988)
[3] G. Dissertori, I. Knowles, M. Schmelling, "Quantum Chromodynamics", (Oxford Science 2003)
[4] J.C. Collins and D.E. Soper, Nucl. Phys.B193, 381 (1981); B213, 545(E) (1983); B194, 445 (1992).
[5] D.de Florian, R.Sassot, M.Stratmann, Global Analysis of fragmentation functions for pions ans kaons and their uncertainties. Phys.Rev.D75 114010 (2007)

**Contacto:** Ignacio Borsa, borsa.ignacio@gmail.com

PC4 15:45 – 16:30 hs Anfiteatro B1

## El Observatorio Pierre Auger, presente y futuro

Allekotte I[1]

[1] *Centro Atomico Bariloche - Comisión Nacional de Energía Atómica*

El Observatorio Pierre Auger busca comprender el origen de los rayos cósmicos de las más altas energías. Está emplazado en el Sur de la Provincia de Mendoza y se encuentra tomando datos en forma estable desde hace más de una década. Para mejorar las capacidades del Observatorio se prevé complementar los ya existentes detectores Cherenkov en agua con la instalación de detectores basados en centelladores plásticos, lo que permitirá una mejor determinación de la composición, evento a evento, de los rayos cósmicos primarios.

En esta presentación se comentarán los principales resultados obtenidos con el Observatorio y se describirán los planes futuros para los próximos 10 años de operación.

**Contacto:** Ingomar Allekotte, ingo@cab.cnea.gov.ar

# JUEVES 06

PC5 14:30 – 14:55 hs Anfiteatro B1

## Desigualdad entre tamaño y carga en simetría esferica.*

Anglada P[1 2],Dain S[1 2],Ortiz O E[1 2]

[1] *Facultad de Matemática Astronomía y Física - Universidad Nacional de Córdoba*

[2] *Instituto de Física Enrique Gaviola de Córdoba, CONICET-UNC*

* *Inequality between size and charge in spherical symmetry; Phys. Rev. D 93 (2016), 044055*

En el contexto de Relatividad General, probamos que para un cuerpo cargado, esfericamente simétrico, dos veces el radio ($\mathcal{R}$) es siempre estrictamente mayor que la carga del cuerpo ($Q$):

$$2\mathcal{R} > Q$$

Ademas probamos que esta desigualdad geométrica es sharp, analizamos las implicancias físicas de la misma, y presentamos ejemplos numéricos que ilustran el teorema obtenido.

**Contacto:** Pablo Anglada, pabloanglada@gmail.com

PC6 14:55 – 15:20 hs Anfiteatro B1

## Datos iniciales conformemente planos para agujeros negros altamente rotantes

Ortiz O E[1]

[1] *Facultad de Matemática Astronomía y Física - Universidad Nacional de Córdoba*

Hay evidencias observacionales de la existencia de agujeros negros casi extremos, con relaciones de spin $J/m^2$ superiores a 0.98. Para poder estudiar tales objetos en Relatividad General es deseable tener datos iniciales para las ecuaciones de Einstein, es decir soluciones de las ecuaciones de vínculo, que sirvan para resolver las ecuaciones de evolución. Presentamos una manera de

plantear las ecuaciones de vínculo apropiada para obtener soluciones numéricas que representen datos iniciales suaves, conformemente planos, en simetría axial. En este contexto, revisamos el dato inicial de Bowen-York y presentamos otros datos que suponen mejoras para la relación de spin.

**Contacto:** Omar Ortiz, ortiz@famaf.unc.edu.ar

PC7 15:20 – 15:45 hs Anfiteatro B1

## Estabilidad de Agujeros Negros Cargados

Fernández Tío J M[1],Dotti G[1]

[1] *Facultad de Matemática Astronomía y Física - Universidad Nacional de Córdoba*

Con el objetivo a futuro de encontrar una prueba para la estabilidad de Agujeros Negros Rotantes, se demostró la estabilidad no modal de perturbaciones impares en la región exterior de Agujeros Negros Cargados. Si bien la estabilidad de esa región ya había sido probada anteriormente por otro método, entender las pruebas no modales puede resultar fundamental para probar estabilidad de Agujeros Negros en donde la falta de simetría esférica no permite una descomposición modal, como es el caso del Agujero Negro Rotante.

Los resultados obtenidos pueden encontrarse en "Black hole nonmodal linear stability: the Reissner-Nordstrom case" (https://arxiv.org/pdf/1607.00975v1.pdf).

**Contacto:** Julián María Fernández Tío, jmfernandeztio@gmail.com

PC8 15:45 – 16:30 hs Anfiteatro B1

## Perturbaciones axiales de la metrica de Linet - Tian con constante cosmologica negativa

Gleiser R J[1] [2]

[1] *Facultad de Matemática Astronomía y Física - Universidad Nacional de Córdoba*

[2] *Instituto de Física Enrique Gaviola de Córdoba, CONICET-UNC*

Se presenta un analysis de las perturbaciones axiales de la metrica de Linet - Tian con constante cosmologica negativa. Esta es una generalizacion de la metrica de Levi - Civita, que corresponde a la solucion general de las ecuaciones de Einstein de vacio con simetria cilindrica completa. La solucion de Levi - Civita contiene una singularidad a lo largo del eje de simetria que puede interpretarse como correspondiente a una fuente lineal del campo gravitatorio. La metrica de Linet - Tian generaliza esta solucion incluyendo una constante cosmologica. En un trabajo previo [1] se demostro la existencia de inestabilidades en las soluciones de Levi - Civita ante perturbaciones axiales. En este trabajo se extiende este analisis a la solucion de Linet - Tian. La existencia de una constante cosmologica negativa implica un cambio sustancial en las condiciones de contorno en el infinito en las ecuaciones de evolucion, respecto del caso con constante cosmologica nula. Las implicancias de este cambio respecto del problema de estabilidad son consideradas en detalle.

[1] R J Gleiser, Class. Quantum Grav. 32 (2015) 065003 (19pp)

**Contacto:** Reinaldo J. Gleiser, gleiser@fis.uncor.edu

# SESIONES DE POSTERS

# ASTROFÍSICA

MARTES 04 14:00 - 16:00 hs y 17:30 - 18:00 y MIÉRCOLES 05 14:30 - 16:30 hs. Block 1 y Block 2

## 1. Análisis del tiempo de arribo de muones en los detectores de AMIGA del Observatorio Pierre Auger y su aplicación a estudios de composición

Perlin M[1 2],Sánchez F A[2]

[1] *Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad de Buenos Aires*

[2] *Instituto de Tecnologías en Detección y Astropartículas, CONICET-UNSAM-CNEA*

Este trabajo se centra en el estudio de las características temporales de las lluvias atmosféricas extendidas (EAS) con miras a su aplicación a estudios de composición de rayos cósmicos en el rango de energías entre $10^{17,5}$ eV y $10^{18,5}$ eV. La naturaleza química en esta franja energética, donde se espera la transición de flujo galáctico a extragaláctico, resulta clave para poder discernir los modelos astrofísicos vigentes.

Las magnitudes temporales como indicadores de composición han sido propuestas hace ya mucho tiempo. En particular y más recientemente, los observables temporales en detectores de superficie han sido ampliamente estudiados en el Observatorio Pierre Auger siendo una de las mayores dificultades para estos análisis la particularidad de que los tanques Cherenkov en superficie son sensibles a las dos componentes principales de las EAS: la electromagnética y la muónica.

En este sentido, AMIGA, un sistema de detección dedicado exclusivamente a la medición de la componente muónica de las EAS, abre una nueva ventana. Dentro de este contexto se analizan los tiempos de arribo de los muones de las EAS y se estudian posibles observables sensibles a la composición que pueda proveer un detector como AMIGA.

## 2. Dinámica de Thin Shells en dimensiones arbitrarias en Relatividad General

Aparicio D D[1],Ramirez M A[2]

[1] *Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de Salta*

[2] *Facultad de Matemática Astronomía y Física - Universidad Nacional de Córdoba*

Las ecuaciones de campo de Einstein cumplieron muy recientemente 100 años desde su invención o descubrimiento. Las mismas son matemáticamente complejas, a tal punto que incluso hoy en día no abundan las soluciones exactas conocidas, esto es, soluciones completamente caracterizadas por funciones elementales. Estas ecuaciones, que relacionan la geometría del espacio-tiempo con su contenido de materia-energia, se tornan particularmente complejas cuando se pretende modelar la materia presente de manera realista, ya que las ecuaciones que definen a este modelo resultan necesariamente acopladas a las ecuaciones de Einstein, constituyendo un sistema de ecuaciones aún mas complejo. Las thin shells o cáscaras finas, constituyen una simplificación frecuente para describir situaciones físicamente relevantes. Se trata de configuraciones de materia con una dimensión menos que la del espacio-tiempo en cuestión; la materia-energía se encuentra concentrada en una hipersuperficie eventualmente dinámica. En este trabajo se propone estudiar

el comportamiento dinámico asintótico, tanto para el caso de una eventual expansión ilimitada (radios muy grandes) como de un eventual colapso (radios muy chicos), de las así llamadas thin shells o cáscaras finas de contenido de materia arbitrario y en dimensiones arbitrarias en simetría esférica. Tal fin sera llevado a cabo a partir del estudio de la ecuación de movimiento para la thin shell.

## 3. El Observatorio Pierre Auger, presente y futuro

Allekotte I[1]
[1] *Centro Atomico Bariloche - Comisión Nacional de Energía Atómica*

El Observatorio Pierre Auger busca comprender el origen de los rayos cósmicos de las más altas energías. Está emplazado en el Sur de la Provincia de Mendoza y se encuentra tomando datos en forma estable desde hace más de una década. Para mejorar las capacidades del Observatorio se prevé complementar los ya existentes detectores Cherenkov en agua con la instalación de detectores basados en centelladores plásticos, lo que permitirá una mejor determinación de la composición, evento a evento, de los rayos cósmicos primarios.

En esta presentación se comentarán los principales resultados obtenidos con el Observatorio y se describirán los planes futuros para los próximos 10 años de operación.

## 4. Estabilidad de Agujeros Negros Cargados

Fernández Tío J M[1],Dotti G[1]
[1] *Facultad de Matemática Astronomía y Física - Universidad Nacional de Córdoba*

Con el objetivo a futuro de encontrar una prueba para la estabilidad de Agujeros Negros Rotantes, se demostró la estabilidad no modal de perturbaciones impares en la región exterior de Agujeros Negros Cargados. Si bien la estabilidad de esa región ya había sido probada anteriormente por otro método, entender las pruebas no modales puede resultar fundamental para probar estabilidad de Agujeros Negros en donde la falta de simetría esférica no permite una descomposición modal, como es el caso del Agujero Negro Rotante.

Los resultados obtenidos pueden encontrarse en "Black hole nonmodal linear stability: the Reissner-Nordstrom case"(https://arxiv.org/pdf/1607.00975v1.pdf).

## 5. Estudio del modelo inflacionario de colapso con mecanismo CSL, utilizando datos del Fondo Cósmico de Radiación.

Villalba M[1 2],Landau S[3 2]
[1] *Facultad de Ciencias Exactas - Universidad Nacional de La Plata*
[2] *Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad de Buenos Aires*
[3] *IFIBA-CONICET*

Este trabajo consistió en la realización de predicciones teóricas y el análisis estadístico del modelo inflacionario con colapso auto-inducido de la función de onda con mecanismo de CSL y cuantización de la variable de Mukhanov-Sasaki. Este es un modelo de inflación alternativo al modelo estándar donde el colapso de la función de onda del campo inflatón, es el responsable de generar anisotropía e inomogeneidad en todas las escalas, y esta motivado por la búsqueda de una solución más satisfactoria al origen de las perturbaciones primordiales. Además se utilizó una propuesta original para la descripción del espectro primordial de perturbaciones escalares, en términos de parámetros de *slow roll* (HFF). Se estudiaron numéricamente las implicaciones de

las restricciones teóricas de slow roll y CSL, sobre el espectro primordial de potencias y el espectro de auto-correlación en temperatura y polarización del Fondo Cósmico de Radiación(FCR), adicionalmente se estudio un modelo particular de inflación con CSL en el cual se utilizó un resultado proveniente de experimentos de interferometría del KDTL-I. En todos los modelos, se encontraron comportamientos peculiares debidos a la variación numérica de los parámetros de slow roll en rangos específicos. Por último se realizo un análisis estadístico con datos recientes del FCR, obtenidos por la colaboración Planck, donde se encontró que el modelo propuesto puede explicar los datos con la misma calidad de ajuste que el modelo estándar y las predicciones sobre los parámetros cosmológicos es totalmente compatible con los resultados de Planck 2015.

## 6. Estudio polarimétrico en ondas de radio de Puppis A

Reynoso E M[1],Velázquez P F[2]

[1] *Instituto de Astronomía y Física del Espacio, CONICET-UBA*

[2] *Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México*

Puppis A es el remanente de la explosión de una estrella de mucha masa cuyo núcleo sobrevivió como una estrella de neutrones. La cáscara en expansión generada por el material eyectado se extiende sobre un área de aproximadamente 1 grado de diámetro, y emite radiación no térmica en radio. Esta radiación se debe al movimiento relativista de los electrones girando en torno a líneas de campo magnético, la cual se conoce como *radiación sincrotrón*, y su intensidad sigue una ley potencial con la frecuencia. La potencia se denomina *índice espectral*, y para los remanentes de superovas vale típicamente alrededor de -0.5. La radiación sincrotrón se caracteriza por estar polarizada linealmente. En condiciones ideales (campo magnético ordenado y fuente ópticamente delgada), el grado de polarización está relacionado con el índice espectral. Sin embargo, los valores medidos suelen estar muy por debajo del teórico debido a la depolarización que producen, entre otros factores, la rotación de Faraday del medio que debe atravesar la radiación, la amplificación turbulenta de los campos magnéticos y la resolución espacial de las observaciones. En este trabajo presentamos nuevas observaciones polarimétricas en ondas de radio en dirección a Puppis A realizadas con el interferómetro Australia Telescope Compact Array (ATCA) utilizando el correlador Compact Array Broad-band Backend (CABB), que cubre el continuo sobre un ancho de banda de 2 GHz dividido en 2048 canales. El receptor tiene dos entradas para registrar dos modos de polarización lineales ortogonales, y combinando ambas entradas se obtienen los parámetros de Stokes Q y U, la emisión polarizada, el grado de polarización, la distribución angular del campo magnético y la rotación de Faraday. Estas observaciones ofrecen una resolución sin precedentes en la banda L, de aproximadamente un minuto de arco, lo que permite medir depolarización comparándolas con mapas a mayores frecuencias publicados en la bibliografía.

# BIOFÍSICA Y MODELADO DE SISTEMAS BIOLÓGICOS

MARTES 04 14:00 - 16:00 hs y 17:30 - 18:00 y MIÉRCOLES 05 14:30 - 16:30 hs. Block 1 y Block 2

## 7. Análisis fisicoquímico del comportamiento osmótico de muestras de miel y azúcar encapsuladas en esferas de alginato de calcio

Bertoluzzo M G[1],Bertoluzzo S M R[1 2],Colombres C[2 1],Soares Bahiano S[2 1],Lanzoni S[2 1]

[1] *Facultad de Ciencias Bioquímicas y Farmacéuticas - Universidad Nacional de Rosario*

[2] *Facultad de Ciencias Médicas - Universidad Nacional de Rosario*

El azúcar granulado de mesa y la miel se han utilizado desde antes de la era cristiana para la cicatrización de heridas en humanos. En la actualidad se usan en todo el mundo para tratar heridas contaminadas y lentamente están empezando a tener aceptación en medicina veterinaria. La actividad del agua es la concentración mínima de agua requerida en el ambiente de un microorganismo para que éste se reproduzca. El azúcar crea un medio con alta osmolaridad, y genera migración de agua y linfa fuera del tejido hacia la solución de azúcar, inhibiendo así el crecimiento bacteriano por disminución en la actividad del agua del sustrato. La linfa a su vez proporciona nutrientes al tejido. El azúcar además atrae macrófagos que participan en la limpieza de la herida, acelera el desprendimiento de tejido desvitalizado, necrótico o gangrenoso, provee una fuente de energía local y forma una capa proteica protectora en la herida. Se ha registrado el uso de la miel y sus beneficios en la curación de heridas, no obstante dada su consistencia muy melosa, no resulta práctica su utilización. El objetivo de este trabajo es estudiar las propiedades físicas y químicas de distintas muestras de miel y soluciones de sacarosa, tales como tensión superficial, viscosidad, pH y osmolaridad, y analizar si su comportamiento cuando se las encapsula en esferas de alginato de calcio mejora su aplicación en tratamiento de heridas. El coeficiente de tensión superficial se determinó mediante la aplicación de la Ley de Tate en el caso de soluciones de sacarosa y mediante la balanza de Jolly en el caso de muestras de miel. Para observar la migración de agua se realizaron ensayos sobre tejidos vegetales por gravimetría, se pesaron los trozos de tejidos antes y después de colocar alícuotas de las distintas soluciones, se dejaron 30 minutos, se secaron los tejidos y se volvieron a pesar. Se procedió de igual modo con las mismas muestras pero encapsuladas en esferas de alginato de calcio. Para ello se preparó una solución de alginato de sodio y las distintas soluciones de miel y azúcar, y luego se las hizo gotear en una solución de cloruro de calcio. Por polimerización se formaron esferas de alginato de calcio conteniendo las soluciones de sacarosa o miel. En una segunda etapa se prepararon medios de cultivo con bacterias y hongos y se siguió su crecimiento al agregarle alícuotas de soluciones de sacarosa o miel y se comparó con el efecto generado al colocarle las esferas de alginato de calcio. Los resultados preliminares evidenciarían que el uso de soluciones de miel o azúcar encapsuladas en esferas de alginato de Calcio, no varía su efectividad en la cicatrización de heridas, pero resulta más fácil de manejar, ya que no permite el derrame de la muestra, haciendo más eficaz su utilización. Por otro lado, el comportamiento de la miel resulta menos uniforme que en el caso del azúcar, esto se debe a que, a diferencia de la miel, el azúcar es más uniforme debido a su proceso de elaboración.

## 8. Caracterización del proceso de evaporación en secciones delgadas de tejidos utilizados para la autorradiografía neutrónica

Espector N[1 2],Portu A[3 4],Saint Martin G[3 5]
[1] *Universidad Favaloro*
[2] *Comisión de Investigaciones Científicas PBA*
[3] *Comisión Nacional de Energía Atómica*
[4] *Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas*
[5] *Instituto Sabato*

El análisis de la distribución y la densidad de trazas nucleares que forman una autorradiografía en un detector de trazas nucleares (NTD) [1] permite la determinación de la concentración y ubicación de átomos de $^{10}$B en muestras de tejido (tumoral o sano) provenientes de protocolos de BNCT (Terapia por Captura Neutrónica de Boro). En trabajos previos se estableció que el espesor de la muestra es un factor determinante en la cuantificación de boro por este método [2], [3]. Los cortes histológicos se obtienen por congelación en un micrótomo criostático, de manera que el tejido está húmedo al ser montado sobre el detector. Al pasar a temperatura ambiente, desde ese momento hasta ser irradiado con neutrones térmicos, el tejido sufre un proceso de evaporación, que conduce a que el espesor nominal con el que se realiza el corte sea distinto al espesor real al momento de la irradiación. También se verán afectados parámetros como la densidad y la composición misma del tejido. Este mecanismo constituye un fenómeno de amplificación natural del número de trazas finalmente presentes en el detector, entre otros factores debido a que los átomos que originalmente se encontraban a una cierta distancia del mismo y no llegaban a impactarlo (o lo hacían con una menor energía) quedan finalmente en posiciones más cercanas a su superficie.
El objetivo de este trabajo fue diseñar un protocolo para estudiar la dinámica de la evaporación de cortes histológicos a través de la pérdida de masa en función del tiempo, y obtener los Coeficientes de Evaporación (CEv) correspondientes a cada tejido, para ser utilizados como factor de corrección en la cuantificación de la concentración de Boro por autorradiografía neutrónica. Estos coeficientes fueron calculados a través del cociente entre la masa del tejido "seco"(luego del proceso de evaporación) y la masa del tejido "húmedo"(en el momento del corte) [4]. Se desarrolló un software para la medición de la masa del corte en función del tiempo y se registraron en simultáneo las condiciones ambientales. Se estudiaron los factores que influyen en el proceso de evaporación y sobre los coeficientes CEv en cortes de distintos tejidos.
Fue posible obtener resultados reproducibles de las curvas de evaporación y de los CEv. Tal como se esperaba, el espesor nominal del tejido tiene una influencia directa sobre la velocidad de estabilización, pero no sobre el valor final del CEv. También se ajustaron las curvas de pérdida de masa con distintos modelos propuestos en la bibliografía [5], se analizaron los coeficientes de correlación obtenidos para cada caso y el desvío estándar de los parámetros calculados para cada conjunto de datos. El mejor ajuste de los datos experimentales correspondientes a la variación del peso de la muestra en función del tiempo, se obtuvo con la curva propuesta en el modelo de Page.

[1] Portu A, Carpano M, Dagrosa A, et al. Qualitative autoradiography with polycarbonate foils enables histological and track analyses on the same section. Biotech Histochem 2013;88 (5):217-221.
[2] Saint Martin, G., Portu, A., Santa Cruz, G.A., Bernaola, O.A., 2011. Stochastic simulation of track density in nuclear track detectors for $^{10}$B measurements in autoradiography. Nucl. Instr.

Meth. Phys. B 269:2781-2785.
[3] Espector N., Portu A., Saint Martin G., 2014. Autorradiografía neutrónica de cortes histológicos con boro-10: variación de la densidad de trazas nucleares con el espesor. XLI Reunión Anual de la AATN. 1-5 de Diciembre, 2014. Buenos Aires, Argentina.
[4] Gadan, M.A., Bortolussi, S., Postuma, I., Ballarini, F., Bruschi, P., Protti, N, Santoro, D., Stella, S., Cansolino, L., Clerici, A., Ferrari, C., Zonta, A., Zonta, C., Altieri, S., 2012. Set-up and calibration of a method to measure $^{10}$B concentration in biological samples by neutron autoradiography. Nucl. Inst. Meth. B 274:51-56.
[5] Gunhan, T., Demir, V., Hancioglu, E., Hepbasli, A., 2005. Mathematical modeling of drying of bay leaves. Energy Conversion and Management 46:1667?1679.

## 9. Desarrollo de una etapa XY motorizada para el relevamiento de mapas 2D de campos magnéticos inhomogéneos

Makinistian L[1 2],Devia C[1],Sosa Flores C[1]
[1] *Instituto de Física Aplicada,CONICET-UNSL*
[2] *Departamento de Física, Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales, Universidad Nacional de San Luis*

En relación a la investigación in vitro (experimentos con cultivos celulares) de efectos biológicos de campos magnéticos estáticos y de frecuencias extremadamente bajas, en los últimos años ha estado discutiéndose la importancia de los campos de fondo (background) dentro de las incubadoras donde se realizan los experimentos. Varios trabajos discuten la relevancia de las variaciones del campo de un punto a otro dentro de una misma incubadora. En este contexto, desarrollamos una etapa XY motorizada para el relevamiento automatizado de dichos campos. Presentamos los detalles técnicos del diseño, la construcción, y la caracterización de dicha etapa; que está controlada con una placa Arduino y un código ad hoc escrito en Python. Reportamos ejemplos del uso de nuestro dispositivo y discutimos sus prestaciones actuales y posibles mejoras a futuro.

## 10. Dicroísmo eléctrico de fragmentos de ADN. Estudio en base a un modelo de arco flexible con momento dipolar inducido saturable.

Bertolotto J A[1],Umazano J P[1]
[1] *Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad Nacional de La Pampa*

Los efectos electro-ópticos (birrefringencia y dicroísmo eléctricos) se presentan en sistemas que experimentan la acción de un campo eléctrico. La anisotropía en las propiedades ópticas del sistema se debe a que el campo eléctrico orienta preferencialmente a las moléculas cuyas propiedades ópticas son, en general, no isotrópicas. En este trabajo trataremos con el dicroísmo eléctrico de soluciones de fragmentos de ADN. Los aspectos teóricos se abordan en base a un modelo de macroión tipo arco flexible. Las propiedades ópticas se describen considerando grupos cromóforos perpendiculares al eje de la hélice. La flexibilidad se incluye incorporando un potencial elástico que permite a la molécula flexionar en torno a una estructura de mínima energía elástica que suponemos no es recta sino con forma de arco. Las propiedades eléctricas consideran la polarización en las direcciones paralela y perpendicular al eje del polielectrolito. Los momentos dipolares inducidos en cada dirección crecen con la intensidad del campo eléctrico aplicado hasta alcanzar la saturación. Se analizan la dependencia teórica del dicroísmo eléctrico reducido (RELD) con los parámetros del modelo y se ajustan curvas experimentales de RELD versus campo eléctrico para fragmentos de ADN con diferentes longitudes de cadena.

## 11. Dicroísmo Lineal Eléctrico Reducido de fracciones de ADN.

Bertolotto J A[1],Tomás K G[1],Campo M G[1],Bustos H D[1]
[1] *Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad Nacional de La Pampa*

Se estudia la dependencia del dicroísmo lineal eléctrico reducido (DLER) de muestras de ADN, en función del campo eléctrico aplicado. Para esto se somete una solución de ADN al método de sonicado, lo que deja como resultado una muestra con un rango de tamaños de las moléculas de 147 a 882 pares de bases aproximadamente. A los fines de obtener fracciones más monodispersas se fracciona la muestra mediante el método de cromatografía en gel, obteniéndose varias fracciones de ADN que resultan útiles para el estudio mediante técnicas de electroópticas. Se caracterizan estas fracciones mediante electroforesis en gel, para obtener la distribución de longitudes de cadena y la longitud promedio de cada fracción. Los resultados experimentales de DLER versus el campo eléctrico se ajustaron mediante un modelo teórico de varilla arqueada flexible con polarizabilidad eléctrica que satura con el campo eléctrico aplicado donde, además de la polarizabilidad eléctrica longitudinal, se tiene en cuenta la polarizabilidad eléctrica transversal. Se obtienen los parámetros físicos de las moléculas como la constante de rigidez, el tensor de polarizabilidad eléctrica y campo de saturación del momento dipolar inducido. Los resultados de este estudio son similares a los obtenidos por otros autores mediante fragmentación de ADN por enzimas de restricción. La ventaja del método de fraccionamiento utilizado radica en que se obtienen muestras de mayor volumen para la aplicación de las técnicas electroópticas. De esta manera se dispone del método de preparación y caracterización de fragmentos de ADN para realizar mediciones de DLER además de las teorías para obtener parámetros electroópticos de las muestras. Esto nos permitirá en el futuro realizar estudios del efecto de de la interacción de drogas sobre el ADN a través del análisis de los cambios en parámetros electroópticos.

## 12. Dinámica de las redes de conectividad cerebral modulada por estímulos motores controlados

Bocaccio H[1 2 3],Villarreal M F[1 2]
[1] *Fundación para la Lucha contra las Enfermedades Neurológicas de la Infancia*
[2] *CONICET*
[3] *Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad de Buenos Aires*

La técnica de Imágenes por Resonancia Magnética funcional (fMRI) proporciona un método indirecto para detectar cambios en la actividad neuronal basándose en cambios en las propiedades magnéticas de la hemoglobina inducidos por un aumento de la actividad metabólica. De esta manera, utilizando fMRI pueden medirse los cambios en la oxigenación de la sangre, o señal BOLD (por sus siglas en inglés), a través del tiempo. Los datos obtenidos mediante fMRI permiten localizar la actividad cerebral con una buena resolución espacio-temporal y de manera no invasiva, pudiéndose repetir el proceso tantas veces como sea necesario. Por estos motivos, la aparición de los estudios de fMRI como técnica de neuroimágenes han revolucionado el análisis de la dinámica cerebral en las últimas décadas, lo cual se refleja en el numeroso incremento de publicaciones en el tema año tras año. Entre ellas se destacan: 1) estudios de la variación en la señal hemodinámica provocada por un estímulo externo, en los que se encuentran áreas de activación atribuibles al estímulo, permitiendo relacionar una topografía específica de la activación neuronal con una determinada funcionalidad; 2) estudios de la actividad cerebral espontánea cuando el sujeto se encuentra en estado de reposo, que muestran una organización espacio-temporal no trivial del cerebro generando patrones espaciales de conectividad funcional conocidos como redes del estado

de reposo.

La presencia de una estimulación externa modula la actividad del cerebro en áreas específicas asociadas a su procesamiento. Ciertos estímulos pueden modular de distinta manera regiones que en estado de reposo se encuentran correlacionadas temporalmente formando redes. Esto quiere decir, que existen estímulos que pueden modificar las configuraciones de coherencia del cerebro asociadas a la fluctuación espontánea. El objetivo de este trabajo es analizar los cambios posibles en las configuraciones de coherencia de la actividad cerebral, y su dinámica, en respuesta a estímulos controlados en comparación con el estado de reposo. Se realizó principalmente un estudio de las correlaciones entre las regiones de la red motora en sujetos normales bajo paradigmas de bloques con tareas motoras básicas y del estado de reposo. Se encontró que la modulación debida a tareas motoras produce una ruptura de la coherencia que existe en dicha red durante el estado de reposo. Las diferencias entre la dinámica de correlacion entre las distintas áreas, encontradas mediante diversas herramientas de análisis, permiten comprender un poco mejor como el cerebro se reestructura bajo distintas circunstancias.

## 13. Efecto de la proflavina sobre la longitud de cadena del ADN en solución acuosa

Bertolotto J A[1],Herrero Maeso J J[1]

[1] *Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad Nacional de La Pampa*

La proflavina es una sustancia empleada como desinfectante bactericida, que posee propiedades mutagénicas en el ADN. Es una molécula aromática plana que se intercala entre las bases del ADN, deformando la doble hélice y produciendo un aumento de la longitud de cadena de la molécula. Este aumento en la longitud de cadena fue estudiado por otros autores mediante mediciones de la viscosidad de las soluciones de ADN con diferentes concentraciones de proflavina. Estas mediciones se realizaron empleando soluciones de ADN sonicado con una gran dispersión de longitudes de cadena (100 a 900 pares de base). En la bibliografía se observa que para relacionar la viscosidad con la longitud de cadena se emplearon modelos de moléculas rígidas o moléculas tipo Worm-like . En este trabajo realizamos mediciones de viscosidad de soluciones de ADN sonicado, caracterizando previamente su distribución de pesos moleculares mediante cromatografía y electroforesis en gel. Se emplean las relaciones teóricas entre la viscosidad y longitud de cadena obtenidas por otros autores en el marco del modelo de ADN Worm-like, considerando el efecto del volumen excluido por interacción electrostática de las moléculas. El cambio de longitud de las moléculas de ADN por el efecto de la proflavina se obtiene mediante mediciones de viscosidad intrínseca en soluciones de ADN con y sin proflavina, aplicando las teorías mencionadas y considerando en los cálculos la función de distribución de longitudes de cadena de las soluciones de ADN sonicado.

## 14. Efecto del sorbitol sobre el comportamiento de proflavina en solución

Campo M G[1],Corral G M[1]

[1] *Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad Nacional de La Pampa*

La proflavina es un compuesto aromático con aplicaciones en quimioterapia. El efecto biológico de este colorante se basa en su intercalación en los ácidos nucleicos. Se conoce que la intercalación es afectada por la presencia de sorbitol en la solución. Los mecanismos, a escala molecular, mediante los cuales la presencia de este efector osmótico altera el grado de fijación, aún no

están claros. En este trabajo utilizamos dinámica molecular (software GROMACS) para estudiar soluciones de proflavina y sorbitol. Analizamos tanto las modificaciones en la hidratación de la proflavina y su dinámica, como así también aquellas que se producen en la estructura y dinámica del agua, producidas por la presencia de sorbitol en la solución. Desarrollamos la topología de las moléculas basándonos en el campo de fuerzas Amber99. El solvente es agua SPC/E. Calculamos la distribución de cargas mediante un análisis Mulliken con el módulo dft del software NWChem. Estudiamos las funciones de distribución radial, la formación de puentes de hidrógeno, y los coeficientes de difusión. Adicionalmente, analizamos en el agua el comportamiento estructural (parámetros de orden orientacional y radial) y dinámico (coeficiente de difusión entre otros). Este estudio se realiza con la perspectiva de utilizar sus resultados en el análisis de la interacción de la proflavina con el ADN.

## 15. Estabilidad de antocianinas al someterlas a calentamiento con fuego directo y microondas

Soares Bahiano S[1 2],Bertoluzzo S M R[1 2],Bertoluzzo M G[1],Mayer L[1],Colombres C[1 2]
[1] *Facultad de Ciencias Bioquímicas y Farmacéuticas - Universidad Nacional de Rosario*
[2] *Facultad de Ciencias Médicas - Universidad Nacional de Rosario*

Entre los compuestos bioactivos presentes en los alimentos funcionales y principalmente en frutos y vegetales, se encuentran las antocianinas, las cuales han sido objeto de innumerables estudios que muestran diversas propiedades biológicas para la prevención de enfermedades crónico-degenerativas como son cáncer, ateroesclerosis y diabetes, así como alteraciones relacionadas con la elevada ingesta de carbohidratos y grasas que contribuyen a aumentar los niveles séricos de glucosa y triglicéridos que suelen desencadenar el desarrollo del síndrome metabólico. La ingesta de antocianinas es mucho más común que hace algunos años ya que están más disponibles comercialmente hoy en día, y los beneficios a la salud de las antocianinas han llegado a ser evidentes. Dependiendo del país y de los hábitos nutricionales de los individuos, la ingesta diaria de antocianinas ha sido estimada en el rango de varios miligramos a cientos de miligramos por persona. Las antocianinas son compuestos altamente inestables, su estabilidad se ve afectada por diversos factores: como la presencia de luz, oxígeno, altas temperaturas, pH, la presencia de algunas enzimas, la presencia de otros compuestos como proteínas, ácido ascórbico y sulfito. El objetivo de este trabajo en primera instancia, es la extracción de antocianinas de frutos como el arándano mediante sistemas bifásicos acuosos formados por sulfato de amonio y etanol y en segunda instancia analizar la estabilidad de las antocianinas al someterlas a calentamiento con fuego directo y microondas. Para ello se separó la fase con mayor contenido de antocianinas y se preparó un extracto acuoso. Se obtuvieron esferas de alginato de calcio con el extracto acuoso de antocianinas en su interior por polimerización de alginato de sodio en una solución de cloruro de calcio. Se sometió el extracto crudo y el extracto encapsulado a calentamiento con fuego directo y microondas. Se observó que el tratamiento con microondas, en el cual se aplica alta temperatura en corto tiempo, permite mantener e incluso aumentar la calidad sensorial y conservar las propiedades biológicas de las antocianinas, tanto en el extracto puro como en el extracto encapsulado. En cambio, a fuego directo, la estabilidad de las antocianinas fue superior en las esferas de alginato de calcio que en el extracto puro.

## 16. Estabilidad de un Sistema Dinámico no lineal

Mascareño S L[1 2],Leguizamón G N[1 2],Navarro S[1 2]
[1] *Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad Nacional de Catamarca*
[2] *Dep. Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Catamarca*

El estudio de la Biomecánica está constituido por las particularidades del estado mecánico-biológico y espacio-temporal del hombre, donde se cumplen las leyes físicas y biológicas existiendo una relación entre las posiciones del cuerpo y los resultados de sus acciones motoras. Se ha considerado que el movimiento del centro de masa del cuerpo durante el mantenimiento de la postura, responde al comportamiento de un sistema no lineal. Tal es el caso de la acción de bailar, donde existe una pluralidad de técnicas, movimientos y estilos; donde es un arte que utiliza la coordinación del movimiento del cuerpo humano. Esta acción de bailar consiste en coordinar la implicancia de cada pie, manos, brazos, piernas, etc.; y en el que se compaginan pasos, giros, saltos que integran una secuencia siguiendo el compás y el ritmo de la música. Al bailar el cuerpo se encuentra bajo la acción de la fuerza de gravedad actuando en su centro de masa, en torno al cual se mantiene la estabilidad interna del cuerpo humano visto como un sistema no lineal, en el que puede conocerse varios puntos de equilibrio y, cuyas condiciones iniciales, de entrada y salida, son nulas. El objetivo de este trabajo es, describir a partir de la estabilidad interna, las propiedades de convergencia de las trayectorias respecto al equilibrio del cuerpo humano, específicamente de un bailarín, durante la observación de una secuencia de baile de ritmos caribeños en relación a su evolución para encontrar la estabilidad en un tiempo determinado, a partir de la aplicación de fuerzas que contrarrestan éstas perturbaciones.

## 17. Estado tensional de proteínas de adhesión en células normales y tumorales

Cuenca M B[1],Sigaut L[1],Pietrasanta L[1 2]
[1] *Departamento de Física e Instituto de Física de Buenos Aires (IFIBA, UBA-CONICET)*
[2] *Centro de Microscopías Avanzadas, FCEN, UBA*

En los tejidos las células están en contacto íntimo entre sí y con la matriz extracelular, lo cual provee no sólo un contexto bioquímico, sino también un marco mecánico. Las células son capaces de *sensar* fuerzas del entorno y responder ante ellas a partir de estructuras transientes multiprotéicas denominadas adhesiones focales. Este proceso, llamado mecanotransducción, es fundamental para la diferenciación, proliferación y migración celular, los cuales se ven alterados en células tumorales. En este trabajo se evaluará la respuesta mecánica de Vinculina, una de las proteínas de adhesión focal, en células de glandula mamaria mediante un sensor tensional basado en FRET (Transferencia de energía de resonancia de Förster). Empleando microscopía confocal en conjunto con métodos de segmentación de imágenes y análisis estadístico, se contrastarán los resultados obtenidos a nivel de adhesión focal individual utilizando células normales y tumorales.

## 18. Estimación de fuerzas en el cuerpo humano en base a modelos biomecánicos

Yamin Turbay C E[1],Bertini E[1],Belmonte F[1]
[1] *Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán*

Se trata de estimar el valor de las fuerzas que ejercen articulaciones y músculos de cuatro sectores del cuerpo humano: hombro, articulación coxofemoral, rodilla, y tobillo. Las estimaciones

se hicieron en situaciones determinadas: a) Hombro: persona de pie en posición vertical, con brazo extendido horizontal, en reposo.- b) Articulación coxofemoral: persona de pie en contacto con el piso en reposo, en posición vertical con piernas extendidas.- c) Rodilla: persona de pie en contacto con el piso en reposo, en posición vertical con piernas flexionadas.- d) Rodilla: persona cayendo tiesa desde una altura de 80 cm, en posición vertical con piernas flexionadas, hasta frenarse en contacto con el piso y quedar en reposo.- e) Tobillo: persona de pie en contacto con el piso en reposo, en posición vertical con piernas flexionadas. Para ello, se construyeron modelos biomecánicos de cada sector, consistentes en una representación de los huesos por palancas articuladas en ejes (las articulaciones del cuerpo) y accionadas por las fuerzas que ejercen los músculos. Se aplicaron las leyes de la Mecánica Newtoniana. Los resultados obtenidos son valores significativamente grandes en relación con el peso del cuerpo.

## 19. Estudio y modelado por el uso de derivadas fraccionarias del comportamiento viscoelástico singular de la membrana del glóbulo rojo

Castellini H[1],Riquelme B[2]
[1] *Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura - Universidad Nacional de Rosario*
[2] *Facultad de Ciencias Bioquímicas y Farmacéuticas - Universidad Nacional de Rosario*

El comportamiento reológico lineal de membrana del glóbulo rojo (GR) sometidos a esfuerzo sinusoidal, tanto de especies humanas como animales, es conocido y estudiado en varias publicaciones. Así como su uso en afecciones circulatorias y de enfermedades como la diabetes, etc.

En el presente trabajo se usará diferentes métodos incluyendo en *Análisis Cuantificado Recurrente*, para dar una estimación de la dinámica residual observada mediante el uso de series temporales obtenidas de ensayos *in vitro* de muestras de GR humanos normales. Estas series son obtenidas a través de un eritrodefórmetro de régimen oscilante, que por medio de un filtro ranura se suprime todo comportamiento conocido en la literatura.

Además se hará uso de un Modelo Fraccional Mecánico simple para describir el este comportamiento dinámico de la membrana del glóbulo rojo. Esta técnica reológica fraccionaria fue usada con éxito en la dinámica de arcilla y plástico sin la introducción de parámetros físico extras.

## 20. Extracción y purificación de antocianinas de tejidos vegetales

Becchio V[1],Soares Bahiano S[2 1],Lanzoni S[1 2],Bertoluzzo M G[1],Bertoluzzo S M R[1 2],Picó G[1]
[1] *Facultad de Ciencias Bioquímicas y Farmacéuticas - Universidad Nacional de Rosario*
[2] *Facultad de Ciencias Médicas - Universidad Nacional de Rosario*

Las antocianinas representan el grupo más importante de pigmentos hidrosolubles detectables en la región visible por el ojo humano. Estos pigmentos son responsables de la gama de colores que abarcan desde el rojo hasta el azul en varias frutas, vegetales y cereales, y se encuentran acumulados en las vacuolas de la célula. El interés por los pigmentos antociánicos y su investigación científica se ha incrementado en los últimos años, debido no solamente al color que confieren a los productos que las contienen sino a su probable papel en la reducción de las enfermedades coronarias, cáncer, diabetes; a sus efectos antiinflamatorios y mejoramiento de la agudeza visual y comportamiento cognitivo. Por lo tanto, además de su papel funcional como colorantes, las antocianinas son agentes potenciales en la obtención de productos con valor agregado para el consumo humano. Las antocianinas se suelen obtener por extracción con solventes orgánicos, generalmente soluciones acuosas de metanol, etanol u otro alcohol de bajo peso molecular, para

luego proceder a evaporar el solvente. Sin embargo, la recuperación de los pigmentos del medio acuoso se hace dificultosa, perdiéndose parte de extracto crudo rico en antocianinas. El objetivo de este trabajo es aplicar los sistemas bifásicos acuosos formados por sulfato de amonio y etanol en la extracción y purificación de antocianinas a partir de repollo colorado. Para ello se obtuvo la curva binodial de estos sistemas por el método de turbidimetría. A continuación se obtuvieron las líneas de unión que describen la concentración de etanol y sulfato de amonio en las dos fases aplicando la regla de la palanca. Para analizar la influencia del tiempo de extracción en el rendimiento de antocianinas se prepararon sistemas bifásicos de 10g totales con 5 por ciento de tejido vegetal molido con igual volumen de la fase superior e inferior y se los dejó en agitación durante 15, 30, 45 y 60 minutos. A continuación se filtraron y se dejaron 12hs para que se equilibraran las fases. La concentración de antocianinas en cada fase se determinó por el método de pH diferencial. La constante de reparto, K, se define como el cociente entre la concentración de antocianinas en la fase superior, CT, y en la fase inferior, CB. En una segunda etapa, se procedió a preparar sistemas bifásicos pertenecientes a una misma línea de unión de diferentes volúmenes de fases para evaluar la relación entre la eficiencia en la extracción, EE, y la razón de volúmenes, R. Las constantes de reparto para 15, 30, 45 y 60 minutos fue de: 2,9; 3; 3.6 y 3.5, respectivamente. Como K, no varió significativamente con el tiempo de extracción, para los siguientes ensayos se tomó un tiempo de extracción de 15 minutos. Para una R de 0,5 la EE fue de 70 por ciento y para R igual a 2 la EE fue de 91 por ciento, sin embargo, en el primer caso, las antocianinas están concentradas en un volumen menor de etanol y es más rápido su evaporación pudiéndose obtener antocianinas más puras.

## 21. Modelado de Dinámica de Caspasas a partir de Series Temporales

Corbat A A[1],Grecco H E[1]
[1] *Depto. Física, FCEyN (UBA) - IFIBA - CONICET*

Comprender la cadena de eventos que induce a las células a iniciar un programa de muerte celular es esencial para dilucidar el origen de la señal que lo estimula. Para lograrlo, es necesario poder estudiar simultáneamente la dinámica de varias especies involucradas en el proceso. Esto último es posible mediante la utilización de biosensores de las vías iniciadoras y efectoras de la apoptosis basados en homoFRET. El objetivo del trabajo fue desarrollar métodos analíticos exhaustivos en la obtención de información a partir de experimentos en que se induce apoptosis en células. Para lograrlo, se adaptó un modelo matemático basado en ley de acción de masas que describe la dinámica del sistema. En conclusión, se presentó en este trabajo un análisis exhaustivo de los datos experimentales que permite transformar el observable fotofísico en la proporción de caspasa activa, que representa la variable de interés biológico. Por otro lado, el modelo matemático adaptado no solo sirve para contrastar los datos experimentales observados, sino que predice cambios en el orden de activación de las caspasas ante distintos estímulos. En conjunto, estos métodos proveen una herramienta para estudiar la propagación de la señal en la red apoptótica y así determinar su origen.

## 22. Modelado del rol computacional de neuronas nuevas en los circuitos de la memoria del cerebro mamífero adulto

Reves Szemere J[1 2],Schinder A[2],Kropff E[2]
[1] *Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad de Buenos Aires*
[2] *Fundación Instituto Leloir*

El hipocampo de los mamíferos es un área especializada en el aprendizaje de memorias nuevas (Squire et al, 2004; Moser et al, 2008). Para ello cuenta con una batería de herramientas mayormente ausentes en otras áreas cerebrales. Entre ellas se destaca el Giro Dentado(GD), que presenta niveles de inhibición muy superiores a los del resto del cerebro. Esto ha llevado a pensar a muchos autores que la función del GD es la ortogonalización de inputs. En este trabajo se propone un modelo teórico para este mecanismo. Se parte de una red neuronal de dos capas formada por la Corteza Entorrinal (CE) y el Giro Dentado alimentada por inputs unidimensionales. La respuesta de las neuronas de la CE a los inputs es gaussiana. A su vez, las neuronas de la CE alimentan a las del GD a través de una matriz de conexiones sinápticas. Finalmente, las neuronas del GD tienen una inhibición recurrente. Primero estudiamos la dinámica de respuesta del GD ante la presentación de un input. Una neurona llega al equilibrio cuando existe un balance entre la excitación y la inhibición que recibe de la red. Luego estudiamos la dinámica de aprendizaje de las conexiones siguiendo una regla de aprendizaje hebbiano. La finalidad es poder analizar la capacidad de ortogonalizar inputs del GD a través de este mecanismo, su dependencia con los parámetros de la red neuronal y sus limitaciones, comparando las relaciones de dispersión del input y el output.

## 23. Poblaciones de agua en distintas regiones de una membrana lipídica de DPPC.

Alarcón L[1],Frías M d l A[2],Morini M[1],Sierra M B[1],Pedroni V[1],Appignanesi G[1],Disalvo A[2]
[1] *INQUISUR - Dpto. Química - Universidad Nacional del Sur*
[2] *Centro de investigaciones y Tranferencia de Santiago del Estero, Universidad Nacional de Santiago del Estero*

Empleamos simulaciones de dinámica molecular para estudiar las propiedades en la hidratación de bicapas de dipalmitoilfosfatidilcolina (DPPC), tanto en estado gel como en líquido cristalino. Demostramos que mientras los centros de hidratación permanecen hidratados de manera significativa en ambas fases, la transición gel-fluido implica cambios significativos en la segunda capa de hidratación, en particular en la región de las colas hidrocarbonadas. Así, mientras que la población de agua es casi nula en la zona de las colas hidrocarbonadas en el estado de gel, esta región se convierte en parcialmente accesible al agua en el estado líquido cristalino. También demostramos que tales moléculas de agua presentan una coordinación de puente de hidrógeno (HB) menor en comparación con las moléculas de la primera capa de hidratación, las cuales se encuentran dispuestas en ´nanoclusters´ relativamente compactos a diferencia de las zonas de las colas hidrocarbonadas donde las moléculas de agua tienden a organizarse en estructuras menos compactas, en forma de cadenas ramificadas, con una escasa población de moléculas aisladas. Este comportamiento es similar al observado en otros contextos de hidratación, como el agua que penetra nanotubos de carbono o poros hidrofóbicos, reflejando la reticencia de agua a sacrificar coordinación de HB.

## 24. Relación entre tamaño pupilar y luminosidad

Sandoval Salinas C[1],Hermans S[2],Sandoval J[1],Colombo E[1],Hanselaer P[2]
[1] *Instituto de Investigación en Luz Ambiente y Vision, CONICET-UNT*
[2] *KU Leuven, ESAT/Light&Lighting Laboratory, Belgium*

Se sabe que la mayor influencia aferente sobre el diámetro pupilar es el nivel de luz ambiental. Pero la influencia de la naturaleza de la señal de luz, así como cuáles receptores del sistema visual humano son los que entran en juego, todavía están bajo estudio.

Todos los instrumentos actuales de medición de luz están calibrados con la función fotópica, la cual está basada en la respuesta a la luz de un solo tipo de fotorreceptores: los conos. La respuesta de los bastones (sensibilidad escotópica) ha sido asumida como no relevante para la práctica de la iluminación. Pero se ha encontrado que esta suposición es incorrecta, ya que los bastones tienen un rol activo en la visión en niveles fotópicos típicos: controlan principalmente la apertura y el cierre de la pupila del ojo. Por lo tanto, la percepción de la luminosidad de una habitación, por ejemplo, está influenciada significativamente también por la contribución de los bastones. Además, estudios más recientes muestran la influencia de un fotopigmento retinal, llamado melanopsina, representado por una nueva clase de células ganglionares de la retina (llamadas ipRGCs, por su nombre en inglés: intrinsically-photosensitive retinal ganglion cells). Se ha demostrado que este tercer tipo de receptor, que recibe señales de conos y bastones y que es intrínsecamente fotosensible, también contribuye al reflejo pupilar humano a la luz (reflejo neurológico caracterizado por una reducción en el diámetro pupilar en respuesta a un incremento en la iluminación de la retina).

En este trabajo vamos a analizar la siguiente cuestión: ¿El tamaño pupilar depende de la distribución espectral óptica del estímulo y su alrededor (que se puede medir con un espectrorradiómetro)? ¿O el tamaño de la pupila depende de la luminosidad, que es el atributo perceptual de color correspondiente del estímulo (y puede ser cuantificada por medio de mediciones perceptuales)?

En esta investigación se estudia el comportamiento del tamaño pupilar para estímulos de igual luminancia pero diferente composición espectral. Se ha encontrado que la sensibilidad espectral del reflejo pupilar y la sensibilidad espectral del ojo no son las mismas. A niveles fotópicos de luz con estímulos relativamente grandes (8° a 20°), la pupila es relativamente más sensible a longitudes de onda cortas ($\lambda_{max}$=530 nm) que la respuesta visual ($\lambda_{max}$=555 nm). Esto produce tamaños pupilares menores cuando el ojo se adapta a un gran campo de luz azul, comparados con los tamaños pupilares para otros colores de la misma luminancia fotópica. Con este hecho en mente, utilizamos estímulos que tienen el mismo contenido de azul y diferentes contenidos de rojo y verde, todos con la misma luminancia. En una primera fase, utilizamos estímulos activos (fuentes de luz) de colores puros no relacionados (colores percibidos como pertenecientes a áreas vistas en forma aislada de cualquier otro color). Se construyó una pared auto-luminosa utilizando un gran difusor iluminado desde la parte trasera por un proyector. Las observaciones se realizan desde el lado frontal. El proyector permite generar una gran variedad de estímulos y alrededores, con forma, dimensión, color y luminancia variables. El radio del estímulo circular y la distancia a la que se sitúa el observador, se eligieron de manera tal que el campo de visión del estímulo sea igual a 10°. Los estímulos fueron caracterizados ópticamente utilizando un espectrorradiómetro calibrado para medir radiancia espectral. Se instaló un rastreador ocular para controlar el tamaño de la pupila del observador.

Se están desarrollando experimentos psicofísicos utilizando el método de estimación de mag-

nitud, en los que se pide a los observadores que evalúen la magnitud del atributo perceptual de luminosidad. Para facilitar esta tarea, se utiliza un estímulo de referencia fijo al que se le atribuye un valor particular de luminosidad; los observadores deben evaluar la luminosidad de los estímulos de prueba en relación con la del estímulo de referencia. Se controló que todos los observadores involucrados tengan visión normal de color. Las no-uniformidades espacial y temporal de los estímulos son menores del 10 %.

Se analiza la relación entre tamaño pupilar, y luminancia, contenido espectral y luminosidad percibida de los estímulos. Se presentan y se discuten los resultados obtenidos.

## 25. Relevancia de Puentes de Hidrógeno 'Camaleónicos' en complejos de interés terapéutico: evaluación mediante 'Alanine Scanning' computacional del impacto en su estabilidad debido a mutaciones en los 'Hot Spot'.

Menéndez C[1],Accordino S[1],Gerbino D[1],Appignanesi G[1]
[1] *INQUISUR - Dpto. Química - Universidad Nacional del Sur*

En este trabajo se estudió, por medio de matrices de contacto en proteínas, la existencia de puentes de hidrógeno del backbone (BHBs) cuya persistencia en el tiempo difiere significativamente del estado de dicha interacción en el correspondiente PDB de la proteína. Se apodó a estas interacciones como BHBs camaleónicos (CBHBs), precisamente por su contribución al cambio de la prescripción estructural del PDB. También se encontró un enriquecimiento significativo en CBHBs en los sitios de binding de diversas proteínas, vinculando así a estas interacciones con aquellas regiones en proteínas expuestas al agua de hidratación. Con el objetivo de estudiar su importancia como potenciales sitios blanco, tanto de ligandos naturales como de drogas, se realizó un estudio de Alanine Scanning computacional de diferentes complejos de interés terapéutico, mutando precisamente aquellos residuos determinaos experimentalmente como ?hot spot?. Se puso de manifiesto el impacto que tienen sobre la estabilidad de estas interacciones los cambios en el entorno cercano de las mismas, aportándose de esta manera evidencias acerca de su importancia y, finalmente, sentando las bases de una nueva herramienta de diseño biomolecular.

## 26. Sistema de bobinas oblongas y ortogonales para experimentos en magnetobiología: caracterización para campos estáticos

Makinistian L[1]
[1] *Departamento de Física, Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales, Universidad Nacional de San Luis, e Instituto de Física Aplicada, INFAP (UNSL-CONICET)*

Existen en la actualidad tres grandes áreas de estudio en relación a la interacción de campos magnéticos débiles, estáticos, y de frecuencias extremadamente bajas con los seres vivos, que pueden resumirse en tres interrogantes: 1) ¿son, o pueden ser, estos campos dañinos para la salud humana?; 2) ¿cuáles son los mecanismos bio/químico-físicos que median dicha interacción?; y 3) ¿pueden estos campos resultar beneficiales para la salud humana? Si bien hay múltiples respuestas para las tres cuestiones, aún se dan controversias sobre estas cuestiones y, en general, el consenso más nítido se da en la conclusión de que es indispensable seguir realizando investigación básica para poder esclarecer la compleja fenomenología en cuestión. Independientemente de cuál de las tres áreas elija un investigador en magnetobiología, será de fundamental importancia, y de gran utilidad, evaluar no sólo valores puntuales de campo magnético, sino rangos de valores de campo, de modo de hacer una exploración del espacio de variables lo más abarcativa posible.

Esta idea está en franco contraste con la abundancia de estudios que reportan el efecto (o la ausencia del mismo) de un sólo valor de campo (y de gradiente), los cuales corren el riesgo de "estar perdiéndose" de observar algún fenómeno que quizá se hubiera puesto de manifiesto ante una mínima variación de los parámetros del experimento. Con todo esto en cuenta, presentamos un sistema de dos bobinas que, por su geometría y disposición relativa, permiten evaluar múltiples valores de campo al mismo tiempo (es decir, en un mismo, único, experimento), aumentando dramáticamente (por un factor de 96, o aun mayor) la eficiencia de un proyecto orientado a explorar con alguna exhaustividad el espacio de parámetros. Se reporta en este trabajo la caracterización experimental, validada por simulaciones computacionales, de dicho sistema de bobinas, realizado inyectando corriente continua, aunque también se comenta brevemente la potencialidad de usar corriente alterna.

## 27. Un nuevo modelo para monocapas lipídicas basado en termodinámica de los procesos irreversibles

Pinto O[1],Disalvo A[2]

[1] *Instituto de Bionanotecnologia,Universidad Nacional de Santiago del Estero*

[2] *Laboratorio de Biointerfases y Sistemas Biomiméticos, Centro de Investigacion y Transferencia de Santiago del Estero*

Las isotermas de monocapas lipídicas del tipo presión superficial-área se derivan dentro del enfoque de la termodinámica de procesos irreversibles. El nuevo enfoque se basa en el hecho de que los cambios en el área pueden ser conducidos ya sea por cambios en la presión de superficie o por los cambios en la actividad de agua interfacial. Dentro de este marco conceptual, el formalismo derivado encaja satisfactoriamente con las curvas experimentales presión-área. Dentro de este formalismo el modelo considera la inclusión de coeficientes asociados a la interacción lípido-agua que son ajustados para diferentes regiones de las isotermas. Por otro lado el formalismo es capaz de reproducir la ecuación de estado del gas ideal, y de asociar los coeficientes fenomenológicos con los coeficientes del virial . También puede obtenerse la ecuación Defay-Prigogine dando nuevas perspectivas sobre la interacción lípido-agua en medios restringidos cerca de la membrana.

## 28. Observación tridimensional del desarrollo de embriones vivos de peces Medaka y de moscas de la fruta mediante microscopía SPIM

Moretti B[1 2],Grecco H E[1 2]

[1] *Instituto de Física de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales CONICET, Universidad de Buenos Aires*

[2] *Laboratorio de Electrónica Cuántica, Departamento de Física, FCEyN-UBA*

En este trabajo se construyó y caracterizó un microscopio con la técnica *Selective Plane Illumination Microscopy* (SPIM). En esta técnica se genera una hoja de luz (o *lightsheet*) muy fina utilizando una lente cilíndrica. Iluminando a una muestra fluorescente con este *lightsheet* y realizando una detección a 90º, se logra excitar y observar a los fluoróforos de un único plano por vez. Barriendo la muestra en la dirección del *lightsheet* se colectan sucesivos planos que luego se combinan para hacer una reconstrucción tridimensional. Esto disminuye significativamente los niveles de *photobleaching* y fototoxicidad en comparación con técnicas como la microscopía confocal, permitiendo realizar observaciones durante tiempos del orden de días. El sistema construido permite excitar fluoróforos en tres longitudes de onda (473 nm, 532 nm y 633 nm) acopladas a

una fibra óptica. Se realizaron observaciones de embriones de la línea transgénica tg(CMV-H2B-GFP) de peces Medaka (*Oryzias latipes*). Los mismos fueron montados alrededor de una hora después de la fertilización, en un estadío unicelular, y se los observó durante tiempos del orden de 20 horas. Durante ese período se tomaron *stacks* de alrededor de 260 imágenes a distintas profundidades, con un intervalo temporal de 5 minutos entre *stacks*. También se presentan resultados preliminares de observaciones de embriones de la línea His-GFP de moscas de la fruta (*Drosophila Melanogaster*).

# ENSEÑANZA DE LA FÍSICA

MARTES 04 14:00 - 16:00 hs y 17:30 - 18:00 y MIÉRCOLES 05 14:30 - 16:30 hs. Block 1 y Block 2

## 29. Aplicaciones complementarias de la práctica de medición de la carga específica del electrón.

Ovejero M[1],Figueroa C[2],Brizuela H[2]

[1] *Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán*

[2] *Laboratorio de Fisica del Solidos, Dpto. Fisica, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán*

En la práctica de medición de la carga específica del electrón, e/m, común en los laboratorios de Física de los ciclos básicos universitarios, se dispara un haz de electrones dentro una ampolla que contiene helio a baja presión, inmersa en un campo magnético uniforme conocido. Los electrones describen una trayectoria circular, que se hace visible por la emisión de luz proveniente de la interacción con el helio. A partir de la medición del radio de dicha trayectoria, de la intensidad del campo y de velocidad de los electrones es posible estimar un valor de la razón e/m. En el presente trabajo, continuación de otro anterior (100a RAFA, 2015), se propone un método teórico-práctico para calcular la intensidad de corriente del haz de electrones. A partir de fotografías digitales, se realizan mediciones de la intensidad luminosa absoluta por medio de un método comparativo. Utilizamos estas mediciones para estimar la intensidad de corriente del haz de electrones y luego ajustar estos datos con estimaciones obtenidas a partir de un modelo teórico de la dinámica del mismo, que también permite calcular la sección eficaz de interacción electrón-helio. Los objetivos son esencialmente didácticos, y apuntan tanto a refinar el control de supuestos sobre los que se basa la práctica de e/m, como a dar una introducción a la interacción de un haz da partículas con un gas neutro.

## 30. Caos en un oscilador forzado con restricciones en el movimiento.

Sartarelli A[1],Llera M[2]

[1] *Instituto del Desarrollo Humano - Universidad Nacional de General Sarmiento*

[2] *Instituto de Ciencias - Universidad Nacional de General Sarmiento*

En este trabajo analizamos el comportamiento caótico en un sistema sencillo de implementar experimentalmente, y también accesible para simular numéricamente. La actividad es diseñada

para estudiantes de nivel superior, se trata de un oscilador sometido a una restricción en su movimiento producida por la falta de linealidad necesaria para que el sistema registre un régimen caótico. El oscilador consiste en un carrito de laboratorio unido a un resorte, pero el movimiento que realiza este carrito posee, como se indico, una restricción: en un punto de su trayectoria impacta de manera perfectamente elástica sobre un soporte confeccionado de manera tal que en ese punto de su trayectoria invierte su velocidad. De esa manera bajo ciertas condiciones, se pueden observar, por ejemplo bifurcaciones en su amplitud. Por otro lado la posibilidad de simulación numérica permite comparar resultados experimentales con el comportamiento esperado al igual que analizar la evolución del sistema mas fácilmente.

## 31. "Cómo utilizar transformaciones conformes para resolver problemas de electrostática en tres dimensiones"

Kang R[1],Pisani P[2]

[1] *Facultad de Ciencias Exactas - Universidad Nacional de La Plata*

[2] *Instituto de Física, Facultad de Cs. Exactas, Universidad Nacional de La Plata*

La resolución de la ecuación de Laplace con condiciones de contorno dadas es un problema de interés en diversas áreas de la física. Aunque existen diversos métodos para resolver esta ecuación diferencial en ciertas geometrías, no siempre es posible encontrar una solución en forma explícita.

Un método de resolución del problema, en el caso de dos dimensiones, consiste en transformar las variables originales en otras mediante una aplicación conforme. La utilidad de esta clase de transformaciones en dos dimensiones radica en que dejan invariante a la ecuación de Laplace, además de transformar geometrías complicadas en otras más simples. Por lo tanto, conociendo las soluciones en la región transformada, se pueden obtener las soluciones en la región original vía la transformación inversa.

No obstante, el uso de esta herramienta se limita solamente a problemas en dos dimensiones. Por lo tanto, la pregunta que nos hacemos en este trabajo, realizado en el marco del curso de grado Electromagnetismo de la Licenciatura en Física de la Universidad Nacional de La Plata, es ¿qué ocurre para el caso de tres dimensiones? ¿Será cierto que la ecuación de Laplace en tres dimensiones permanece invariante frente a transformaciones conformes o deben cumplirse condiciones adicionales? y además de esto ¿qué forma tendría este tipo de transformaciones?

Hemos respondido estas preguntas y resuelto con esta técnica algunos casos particulares.

## 32. Conectando interferencia y difracción

Lanoël L[1],Ferreira J M[1]

[1] *Laboratorio de Física del Sólido, Dto. de Física, FaCET, Universidad Nacional de Tucumán*

Los libros de física para estudiantes universitarios muestran el fenómeno de difracción e interferencia de la luz como el resultado del mismo hecho físico: interferencia de ondas que provienen de fuentes coherentes. Sin embargo fallan al mostrar que ambos fenómenos detectados en una pantalla lejana, convergen en al menos una situación particular. El presente trabajo mostrara esta convergencia entre patrones para el caso en el que la distancia entre fuentes vecinas se aproxima a la longitud de onda de la luz.

## 33. Determinación de parámetros de calidad de Cuerdas de Guitarra en Diferentes Guitarras Eléctricas.

Carla B[1],Riccardo J J[1],Delgado Mons R[1],de Rosas J P[2 1],Olivares J[1],Pennna A[1],Carlos Z[1],Ferreyra F[1],Nazarro M[1]

[1] *Departamento de Física, Facultad de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales - Universidad Nacional de San Luis*

[2] *Grupo de Estudios Ambientales, Instituto de Matemática Aplicada San Luis, Universidad Nacional de San Luis, CONICET, Ejército de los Andes 950, 5700 San Luis*

Los modelos de guitarra eléctrica disponibles en el mercado presentan grandes diferencias de construcción, lo que conlleva grandes diferencias en el sonido. En la la comunidad de guitarristas existen ciertos supuestos sobre las características principales del sonido de cada modelo de guitarra.

En este trabajo se analizan, mediante la transformada de Fourier, las señales provenientes de varios modelos de guitarra de uso extendido entre la comunidad de guitarristas, buscando correlaciones entre los resultados del análisis de señales y lo que la comunidad de músicos asume en su doxa.

## 34. Didáctica de la Biomecánica: La ley de la palanca de Arquímedes en términos de la Anatomía Funcional en Ciencias de la Salud.

Muñoz J C[1 2 3]

[1] *Instituto de Ciencias de la Rehabilitación y el Movimiento, UNSAM*

[2] *Ingeniería en Computación, UNTREF*

[3] *Posgrado en Kinesiología Deportiva, Universidad Favaloro*

Uno de los conceptos más difundidos y tratados en la bibliografía especializada de Biomecánica para carreras biomédicas es el de palanca ósea. En una gran cantidad de libros de texto se la presenta de forma descriptiva, mediante una definición y la clasificación de los diferentes géneros con sus respectivos ejemplos aplicados al cuerpo humano. En otros se aborda el tema desde un marco puramente físico-matemático, proponiendo problemas cuantitativos de resolución, en la mayoría de los casos mediante procedimientos algorítmicos. En este último caso, apoyando aún más este tipo de reduccionismo a la Física, la ley del equilibrio rotacional es presentada en términos de una suma de torques de fuerzas externas igual a cero. Para el caso de carreras de Ciencias de la Vida, teniendo en cuenta conceptos más cercanos a los alumnos, esta misma ley podría expresarse en función de la igualdad de la suma de los módulos de los torques flexores y de la suma de los módulos de los torques extensores para una determinada articulación, bajo la condición de contracción muscular isométrica, siendo análogamente válida para el caso de los pares de torques netos abductores-aductores, rotadores internos-externos, inversores-eversores. Si bien es cierto que en esta última formulación se pierde generalidad, debe ponerse en la balanza lo que se gana en especificidad. Y si bien un menor grado de generalidad no siempre es conveniente, tampoco lo es el no considerar las formulaciones matemáticas, abstractas de por sí, en función de las particularidades propias de los destinatarios, estudiantes de Biomecánica en Ciencias de la Salud. En el presente trabajo, analizamos la forma en que la ecuación de los momentos de fuerza es presentada en libros de texto de Biofísica y Biomecánica, y mostramos cómo escribirla en términos de la Anatomía, haciendo la expresión más cercana al campo de conocimiento específico de los alumnos. Finalmente, describimos los inconvenientes que se plantean a los alumnos al clasificar las palancas según el género, cuando se trata de contracciones musculares excéntricas.

## 35. Didáctica de la Biomecánica: una nueva Didáctica Específica

Muñoz J C[1 2 3]

[1] *Instituto de Ciencias de la Rehabilitación y el Movimiento, UNSAM*

[2] *Posgrado en Kinesiología Deportiva, Universidad Favaloro*

[3] *Ingeniería en Computación, UNTREF*

Desde hace varias décadas, las Didácticas Específicas vienen realizando valiosos aportes tanto teóricos como en la práctica docente, al mismo tiempo que afianzan su autonomía sin perder su vinculación con la Didáctica General y la especificidad de cada ciencia en particular [1]. Las Didácticas Específicas de la Física y de la Biología tienen una aceptación creciente en el mundo científico y académico, que se manifiesta en el aumento de investigaciones y publicaciones especializadas en dichas áreas. Sin embargo, todavía existen campos en los que este desarrollo se encuentra dando sus primeros pasos. Tal es el caso de la Biofísica, existiendo diversos trabajos orientados didácticamente así como también una propuesta para constituir una Didáctica de la Biofísica [2]. Si bien la enseñanza de la Biomecánica podría encuadrarse dentro del campo de esta última Didáctica Específica, dado el alto grado de desarrollo que actualmente presenta la Biomecánica a nivel mundial, como también ante la perspectiva de un mayor crecimiento de esta disciplina en el futuro, con su consecuente necesidad de enseñarla para ser aprendida y aprehendida, en el presente trabajo proponemos la conformación de una Didáctica de la Biomecánica, entendiendo que la Biomecánica no es una rama de la Física ni de la Biología. Tal como ya hemos expresado en un trabajo previo, una Didáctica de la Biomecánica sería un ámbito propicio para el intercambio de ideas, la discusión de aspectos didácticos y epistemológicos de la disciplina, la construcción de contenidos específicos, el desarrollo de materiales y bibliografía novedosa, la clarificación conceptual, etc. [3].

[1] J Steiman, J, G Misirlis y M Montero. Didáctica General, Didácticas Especificas y contextos sociohistóricos en las aulas de la Argentina. Univ Nac. de San Martín (2004)

[2] JC Muñoz, M Vales Flores y R Cassibba. Anales AFA Vol 23 No 1 (2012)

[3] JC Muñoz, M Vales Flores. Didácticas Espedíficas, Vol 14 (2016)

## 36. Diseño de equipamiento didáctico en la carrera de Diseño Industrial

Elizalde E[1],Iglesias A[1]

[1] *Facultad de Arquitectura Diseño y Urbanismo - Universidad Nacional del Litoral*

La formación en física de los futuros diseñadores industriales constituye en Argentina un campo fértil para la investigación en educación en física. En el plan de estudios de dicha carrera, Física junto a Matemática conforman las bases científicas del Área de Tecnología.

El diseñador se caracteriza por realizar un abordaje creativo y fuertemente empírico de los problemas técnicos que debe resolver. La formación en Física de este profesional contribuye a su pensamiento científico al mismo tiempo que aporta múltiples insumos para la síntesis de nuevas ideas, incluyendo valores estéticos.

En términos concretos, el principal aporte de la Física consiste en brindar herramientas que permitan hacer más eficiente el método de prueba y error. El conocimiento de las leyes básicas de la física permite, por un lado, plantear situaciones ideales a las cuales se debe tender con el diseño y, por el otro, descartar rápidamente ideas que no sean factibles desde el punto de vista físico.

Si bien siempre se trata de diseñar estrategias que conlleven a un aprendizaje significativo por parte de los estudiantes, la Enseñanza Tradicional, basada en la resolución de problemas que

plantean situaciones idealizadas donde se conocen los valores de todas las variables involucradas, resulta adecuada pero insuficiente para las expectativas, demandas y necesidades de los estudiantes de Diseño Industrial. Existe así una brecha entre un problema de 'guía' y un problema 'real', tal y como lo expresan los alumnos.

En este trabajo presentamos una propuesta para zanjar esta brecha. La propuesta consiste en mantener la estructura tradicional de teoría y problemas pero innovando en las clases de Trabajo Práctico. Utilizando herramientas didácticas propias de los Talleres de Diseño Industrial e inspirados en los Tutoriales para Física Introductoria, se les propone a los estudiantes diseñar equipamiento didáctico para la enseñanza de física.

De esta forma los estudiantes indagan en los conceptos físicos al tomar el rol de diseñadores, investigando y analizando los requerimientos que debe tener el objeto (forma, materiales, costo, ergonomía, etc). Se presentan resultados de dos años de dictado de esta modalidad.

## 37. Divertite Experimentando en el Año Internacional de la Luz

Castro M L[1],Garcimuño M[1],Carbone N A[2 1],Pardini P A[2 1],Waks Serra M V[2 1],Echegaray A L[1],Martínez M[3]

[1] *Centro de Investigaciones en Física e Ingeniería del Centro de la Pcia. de Buenos Aires (CIFICEN), UNCPBA - CONICET, Tandil, Argentina*

[2] *Instituto de Física Arroyo Seco - Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires*

[3] *Facultad de Ciencias Exactas - Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires*

Como culminación de una serie de acciones que se realizaron durante 2015 con motivo de celebrarse el Año Internacional de la luz y de las Tecnologías basadas en la luz, Divertite Experimentando presentó experiencias y dispositivos interactivos que posibilitaron abordar variadas temáticas relativas al tema de la luz y sus aplicaciones. El lugar elegido para presentar la muestra fueron las instalaciones de la Usina Popular y Municipal de Tandil que alberga los antiguos generadores que "dieron luz", durante muchos años a la ciudad. Divertite Experimentando es una muestra interactiva de ciencias, itinerante, que se viene realizando desde el año 2008 y en la que colaboran investigadores y becarios miembros del Departamento de Ciencias Físicas y Ambientales de la Facultad de Ciencias Exactas y del CIFICEN (CONICET). En esta oportunidad, los visitantes a la muestra no sólo disfrutaron "haciendo ciencia" con los dispositivos y experimentos ofrecidos, sino que también pudieron observar los antiguos equipamientos que suministraban electricidad a la ciudad. En este trabajo, se presentan las actividades realizadas en la ciudad de Tandil con el objeto de conmemorar el Año Internacional de la luz y de las Tecnologías basadas en la luz; en particular, las efectuadas en el marco de la muestra interactiva, y se efectúa un análisis del impacto que las mismas tuvieron en el público asistente.

## 38. Efecto del comportamiento elástico de un resorte helicoidal sobre la frecuencia de oscilación de un sistema masa-resorte

Matar M[1],Parodi M Á[1],Repetto C E[1 2],Roatta A[1 2]

[1] *Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura - Universidad Nacional de Rosario*

[2] *Instituto de Física Rosario, UNR-CONICET*

En los laboratorios de enseñanza de física básica en las carreras de Ingeniería, cuando se estudia el tema oscilaciones, se lleva a cabo usualmente la medición de la frecuencia de oscilación de un sistema masa-resorte y se compara esta medición con la que se obtiene a partir del estiramiento estático y la aceleración de la gravedad. En este trabajo se estudia la validez de esta comparación

a partir del análisis de la respuesta elástica del resorte y se comparan los resultados obtenidos con la influencia que ejerce la masa propia del resorte y el rozamiento viscoso para diferentes valores de masas colgadas, tratando de explicar algunas de las diferencias usualmente observadas. Se resalta el efecto a bajas cargas para las cuales la frecuencia de oscilación responde a un sistema mas rígido.

## 39. El anillo de Thompson: un experimento que sorprende y enseña

Poggio Fraccari E[1 2],Levitán D[1 2],Giunta P[1 2],Nores Pondal F[2]
[1] *Facultad de Ingeniería - Universidad de Buenos Aires*
[2] *Instituto de Tecnologías del Hidrógeno y Energías Sostenibles (UBA-CONICET)*

Objetivos: Se presenta un caso de estudio en el que los alumnos fijan los conceptos previamente aprendidos observando un experimento de laboratorio, explicado mediante un razonamiento que conduce a un absurdo y luego resuelto en detalle. Los objetivos entonces son mostrar que esta metodología 1) genera mayor participación del alumnado, y 2) ayuda a fijar mejor los conceptos teóricos.

Presentación: La experiencia al corregir informes de laboratorio demuestra que los alumnos suelen reproducir parcial y mecánicamente los conceptos vistos en clase, reduciendo el aprendizaje a una cuestión de memoria. Los experimentos de laboratorio tienen como finalidad enfrentar a los alumnos a situaciones en las que los conceptos resultan visibles, y son tanto más efectivos cuanto más fuertemente captan la atención de inmediato. Precisamente, éste es el caso del Anillo de Thompson, un dispositivo que se suele mostrar en los cursos introductorios de Electricidad y Magnetismo, y sobre el cual se han escrito varios trabajos recientemente. El mismo consiste en un anillo de aluminio, que se eleva por los aires por sobre un bobinado alimentado con CA, generando un gran impacto visual.

Desarrollo de la experiencia: A lo largo de varios cursos (y cuatrimestres), se ha verificado que los alumnos suelen prestar atención luego de que han sido sorprendidos. Por ello resulta conveniente primeramente mostrar el fenómeno del anillo suspendido en el aire, y luego preguntar por qué ocurre. En ese momento, se puede afirmar que más del 80 o/o de un curso promedio, queda sorprendido y además intenta explicar el fenómeno. El docente inicia el proceso de exposición mostrando que un anillo cortado no experimenta fuerza alguna, concluyendo así que el fenómeno se manifiesta sólo en casos en los que se pueda establecer una corriente dentro del mismo. En esta instancia se suele lograr la participación activa de entre un 15-20 o/o del curso, que ayudan a construir una hipótesis para comprender lo observado, cuando en una clase regular sólo se animan a hablar en público menos del 5 o/o. Por lo tanto el primer objetivo del docente, captar la atención y motivar la participación, fue cumplido.

La trampa: Una vez que se convenció al grupo de observadores que se trata de una fuerza debida a una corriente inducida, estos rápidamente asumen que dicha corriente se ha generado únicamente por el campo externo al anillo. La corriente del bobinado es proporcional a sen(wt), por lo tanto también lo es el campo B generado por ésta. El razonamiento suele ser el siguiente: si la fem inducida en el anillo es sólo proporcional a la derivada de B (cos(wt)), es decir, desfasa 90º, supuestamente también lo será la corriente inducida en el mismo. De este modo, la fuerza magnética que se opone a la de gravedad sería proporcional a sen(wt)*cos(wt). Sin embargo, al hacer las cuentas en detalle el docente muestra un resultado anómalo: matemáticamente, el promedio temporal de la fuerza en un período resulta nulo. ¡Totalmente contrario a lo observado, si el anillo levita sobre el bobinado! ¿No será que olvidamos algo en el camino? La trampa fue que impusimos una hipótesis que nos llevó a un razonamiento absurdo: desestimamos la

autoinducción L del anillo cuando calculamos la corriente. Generalmente cuando se llega a un absurdo los alumnos comienzan a dar opiniones al respecto, y se suele observar un grado aún mayor de participación activa, inclusive se duplica la cantidad respecto de los que originalmente colaboraron con el razonamiento, cerca del 25-30 o/o donde también se observa que los restantes suelen tomar apuntes.

La solución: Considerando ahora el término faltante de autoinducción, se muestra que la corriente inducida en el anillo y el campo del bobinado están ahora desfasados un valor distinto de 90º, y por lo tanto el promedio temporal de la fuerza magnética no es cero, y de este modo es capaz de balancear al peso. Así, el anillo se mantiene en el aire, concordando finalmente modelo y experimento.

Conclusión: La modalidad de confrontar a los alumnos con una discrepancia entre el modelo y la observación fomenta su participación activa, la cual puede incluso duplicarse. La experiencia tangible genera un impacto en la atención del alumno y lo motiva a proponer hipótesis que permitan encontrar el aparente absurdo.

## 40. El Segundo Principio en cursos de Termodinámica Clásica

Pérez L[1] [2],Garea M T[1],Santiago G D[1]

[1] *Universidad de Buenos Aires. . Facultad de Ingeniería. Departamento de Física. Grupo de Láser, Óptica de Materiales y Aplicaciones Electromagnéticas. Paseo Colón 850, C1063ACV Buenos Aires, Argentina.*
[2] *Universidad de Buenos Aires. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. Instituto de Tecnologías y Ciencias de la Ingeniería "Hilario Fernández Long". Facultad de Ingeniería. Paseo Colón 850, C1063ACV Buenos Aires, Argentina.*

Las dificultades encontradas en la enseñanza de la Termodinámica Clásica en las Carreras de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires van más allá del escaso tiempo asignado en la currícula de Ciencias Básicas. A pesar de que los alumnos estudiaron Lógica en alguna materia previa y se abordó el concepto de Principio en otras asignaturas de Física Clásica, los Principios de la Termodinámica, en particular el Segundo, parecen resultar de mayor dificultad. La idea de que el enunciado del Segundo Principio establezca que algo es imposible en lugar de establecer qué cosas son posibles le resulta al estudiante nueva, sorprendente, dudosa y dificultosa. Como consecuencia de estas dificultades no queda claro que el Segundo Principio tiene raíz experimental y se piensa, erróneamente, que la equivalencia entre los Enunciados de Clausius y Kelvin son ?la demostración del Segundo Principio?. Tampoco les resulta sencillo comprender que el diseño de la máquina térmica (ciclo) propuesto por Carnot permite determinar propiedades válidas para todas las máquinas; que es la que pone límite a la eficiencia que puede tener cualquier máquina térmica y que se sintetiza en la desigualdad de Clausius. Por otra parte, el definir la función de estado Entropía y no analizar en profundidad cuál es el sistema bajo estudio y cuál es el ?ambiente?, lleva a un error conceptual: querer calcular el valor de la variación de la entropía del Universo y determinar cuándo un ciclo es o no reversible a través de ella. A esto se suma el escaso tiempo disponible que lleva a presentar las aplicaciones de los principios de la Termodinámica exclusivamente para gases ideales, lo que puede llevarlos al desconocimiento de que es aplicable a todas las ramas de la Física y de la Tecnología. Presentamos en este trabajo una propuesta que pretende simplificar el aprendizaje de este Principio tratando de subsanar los errores.

## 41. El trabajo del Laboratorio de Grado como un primer paso a la publicación científica

Zorzi E[1],Schmidt F[2],Frechero M[2],Cabeza G[1]
[1] *Instituto de Física del Sur - Universidad Nacional del Sur*
[2] *INQUISUR - Dpto. Química - Universidad Nacional del Sur*

Este trabajo presenta una estrategia innovadora de cómo obtener información de interés científico, aplicable al desarrollo de un trabajo de investigación, empleando metodologías básicas como alternativa previa al empleo de equipamiento menos disponible en el ámbito universitario. Proponemos medir el momento magnético de un material novedoso: composito de partículas magnéticas dispersas/contenidas en una matriz vítrea desarrollado por un grupo de investigación del Departamento de Química, empleando técnicas de las prácticas de laboratorio de la currícula de la licenciatura en Física, en el Departamento de Física, ambos pertenecientes a la Universidad Nacional del Sur. Dos son las metodologías empleadas para medir el momento magnético (mB) de la muestra: (1) a partir de las mediciones de frecuencia de rotación de la muestra, ubicada en una bobina de Helmholtz, obtenidas a partir del torque restaurador ? producido por el alineamiento del mB con el campo magnético B en el centro de la bobina; (2) a partir de las mediciones del campo magnético B con la distancia empleando una sonda Hall. En este trabajo nuestros resultados son comparados con los obtenidos por equipamiento específico permitiéndonos validar la metodología propuesta y proveer una herramienta útil para extender esta estrategia a otras áreas de interés tecnológico. Muestra, además, que el trabajo en colaboración entre Departamentos potencia las capacidades y los recursos disponibles, motivando al trabajo interdisciplinario entre alumnos que desarrollan diferente formación académica.

## 42. Energía vs. Momento: ¿qué se transfiere cuando un meteorito impacta con la superficie de un planeta y origina un cráter? - Una experiencia para la escuela secundaria

Slamovits C[1]
[1] *Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad de Buenos Aires*

A partir de indagar acerca de los cráteres producidos en impactos de meteoritos, se plantea el problema de la transferencia de energía y se lo sitúa en el contexto de un intenso debate entre Sir Isaac Newton y Gottfried Leibniz. Luego, se propone un experimento que puede aportar información al respecto: dejar caer desde diversas alturas una bolita sobre un pan de arcilla afin de comparar el volumen de las impresiones con la velocidad de impacto y la altura inicial. Éste fue realizado en el mismo contexto histórico por Émilie Du Châtelet y resultó decisivo en el desarrollo de la mecánica. De esta manera, se propicia un aprendizaje en contexto, se ofrece una mirada humana de las personas que se dedican a la ciencia, una imagen dinámica e interactiva de su actividad y una imagen constructiva del conocimiento científico, ofreciendo así una visión epistemológica apropiada sobre la actividad científica.

Pensada para ser implementada en un curso de física en nivel secundario, esta actividad tiene el propósito de introducir los conceptos de energía cinética - distinguiéndola del momento lineal - y de energía potencial, así como, de manera cualitativa, el concepto de conservación. Se centra en la transferencia de energía en una colisión inelástica y sus efectos. Resulta fácil de implementar en el aula o laboratorio escolar. Promueve la familiarización con los conceptos involucrados, la integración con conocimientos de otras áreas, como matemática y geografía, y

se presenta como una buena oportunidad para introducir herramientas informáticas relativas a la manipulación de datos y a la obtención de gráficos a partir de ellos. Asimismo, deja sentadas las bases para introducir las expresiones matemáticas de la energía cinética y la potencial. En su desarrollo, se ponen en juego diversas habilidades de los estudiantes vinculadas al trabajo en equipos y conocimientos previos sobre caída libre.

## 43. Estrategias Didácticas para el Desarrollo de Competencias Comunicativas y Argumentativas en el ámbito de un Laboratorio de Física Básica

Pesa M[1 2],Bravo S[1 2]

[1] *Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán*

[2] *Facultad Regional Tucumán, Universidad Tecnológica Nacional*

Se analiza la potencialidad de los informes de laboratorio como recurso didáctico para el desarrollo de competencias comunicativas y de argumentación científica. Se destaca su potencialidad cognitiva, epistémica y social. Se presentan resultados en la temática de circuitos RLC - resonancia la óptica ondulatoria: estudio teórico-experimental de los circuitos de corriente alterna en un laboratorio de física experimental básica para las carreras de licenciatura en física e ingeniería. Se propone una rúbrica para el análisis donde se analizan competencias comunicativas en el desarrollo de los informes: consistencia y coherencia del reporte, claridad y precisión en el lenguaje escrito y en la presentación oral, explicitación de objetivos, problemas, marco teórico, diseño, datos, análisis e interpretación de datos, resultados, conclusiones, referencias bibliográficas y aspectos abiertos. Y, en referencia a la argumentación se analiza la calidad conceptual y la articulación entre el marco teórico y las afirmaciones y conclusiones y aspectos epistemológicos tales como la confiabilidad de los datos y los sustentos teóricos que apoyan las afirmaciones y conclusiones del trabajo realizado.

## 44. Estudio experimental de un péndulo físico utilizando un encoder rotativo

Rim D[1],Cremades P[1],Bonesso M A[1],Quiroga J M[1],Portillo G[1]

[1] *Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad Nacional de Cuyo*

Se presenta una propuesta para el estudio experimental de un péndulo físico utilizando un encoder rotativo para la medición del período, la frecuencia y la amplitud de oscilación del mismo. Con la introducción de este sistema de medición, se reduce efectivamente el error sistemático asociado al proceso y se observan satisfactoriamente dos fenómenos importantes asociados al péndulo: la amortiguación en la amplitud de oscilación causada por fuerzas externas y el tiempo que tarda la amplitud en disminuir a un valor fijo con el momento de inercia del sistema.

## 45. Evaluación del IOLab en la práctica de laboratorio

Re M[1 2],Monardez G N[1],Magrán M[1]

[1] *Facultad Regional Cordoba - Universidad Tecnológica Nacional*

[2] *Facultad de Matemática Astronomía y Física - Universidad Nacional de Córdoba*

El IOLab (por *Interactive Online Laboratory*) es un dispositivo con conexión inalámbrica a una computadora (PC) que contiene un conjunto de sensores incorporados. La conexión inalámbrica a la PC permite ver, en modo gráfico el registro de valores medidos mediante el programa provisto

por los desarrolladores de este proyecto. Además los valores de medición son exportables en un formato de planilla de cálculo.
Los cursos de Física son fundamentales en el Ciclo General de Conocimientos Básicos (CGCB)de las carreras de Ingeniería. En el CGCB se pretende conseguir una formación sólida que contribuya a la culminación de los estudios de grado. En particular el carácter fáctico de la Física demanda la incorporación de la práctica experimental en el proceso de aprendizaje. Sin embargo existen problemas concurrentes como programas extensos para el número de horas previstas para los cursos, restricciones presupuestarias tanto en equipamiento como en recursos humanos, cursos numerosos; que dificultan los objetivos que se persiguen. La actividad de laboratorio resulta así una de las más resentidas y relegadas, constituyendo en la perspectiva de los alumnos una valla a superar sin un aporte significativo a su aprendizaje.
A fin de paliar esta dificultad en la Facultad Regional Córdoba de la Universidad Tecnológica Nacional hemos comenzado con un proyecto de incorporación de tecnología en los cursos de Física incluyendo actividades prácticas basadas en programas de simulación o el uso de dispositivos de medición con adquisición de datos.
El IOLab se constituye así en una alternativa de bajo costo, implementable con una tecnología amigable para el estudiante, que permite, al menos parcialmente, superar las dificultades que se presentan en la práctica experimental.
Se presenta aquí un conjunto de actividades prácticas que pueden realizarse con el IOLab y se evalúa su desempeño como contribución al proceso de aprendizaje. Se han desarrollado prácticas que toman en cuenta dificultades comunes detectadas en el aprendizaje.

## 46. Experimentar en el aula II: Proyecto Valijas

Achával P I[1 2 3],Capoferri B d C[2 4],Zárate L M[1 2 5],Quinzio B I[1 2 5],Iparraguirre L M[1 2],Arena L E[1 2 5 4]

[1] *Facultad de Matemática Astronomía y Física - Universidad Nacional de Córdoba*
[2] *Equipo Interdisciplinario e Interinstitucional de Innovaciones Educativas - FaMAF (UNC) e IPET 249*
[3] *Facultad de Educación - Universidad Católica de Córdoba*
[4] *Universidad Blas Pascal*
[5] *Instituto Provincial de Educación Técnica IPET 249 Nicolás Copérnico*

En las clases de Ciencias Naturales de la Educación Secundaria y fundamentalmente en las de Física se trabajan, en general, los contenidos en forma puramente teórica con aplicaciones o trabajos prácticos de problemas de lápiz y papel (PLP); raras veces, se realizan experimentos. Por lo tanto, los estudiantes no tienen la oportunidad de observar y experimentar con los fenómenos que se describen, y conceptualizan en las clases teóricas durante el desarrollo de las mismas. Es bien conocida la necesidad de utilizar material concreto, de percibir con los sentidos (observar) y de interactuar y manipular los dispositivos para favorecer la comprensión de los modelos físicos que explican los fenómenos. Los docentes reconocen el potencial que tiene el desarrollo de experimentos durante la clase de Ciencias para ilustrar los contenidos tratados. Sin embargo, la falta de tiempo, de dispositivos adecuados y de recursos humanos hacen casi imposible poder implementar instrumentos de este tipo durante el dictado de clases. Así, se detecta la necesidad de contar con herramientas que permitan realizar los experimentos en el aula. Lo mismo sucede en las clases teóricas de los cursos básicos de Física de varias carreras Universitarias. El equipo de innovaciones educativas (EIIIE) ha desarrollado el proyecto VALIJAS que incluye estos dispositivos experimentales para las clases de Física, con el material instructivo multimedia para el docente. En el presente trabajo se presentan los primeros resultados de la implementación de este

proyecto en clases de Física del segundo ciclo de la Educación Secundaria de escuelas públicas de la provincia de Córdoba.

## 47. Experimentar en el aula I: Temas Interdisciplinarios

Zárate L M[1 2 3],Quinzio B I[1 2 3],Giannonne M L[2],Achával P I[1 2 4],Capoferri B d C[2 5],Arena L E[1 2 3 5]

[1] *Facultad de Matemática Astronomía y Física - Universidad Nacional de Córdoba*

[2] *Equipo Interdisciplinario e Interinstitucional de Innovaciones Educativas - FaMAF (UNC) e IPET 249*

[3] *Instituto Provincial de Educación Técnica IPET 249 Nicolás Copérnico*

[4] *Facultad de Educación - Universidad Católica de Córdoba*

[5] *Universidad Blas Pascal*

El estímulo que impulsa a algunos docentes de Ciencias Naturales a realizar este tipo de trabajos interdisciplinarios es la necesidad de motivar a los estudiantes a aprender los contenidos básicos de Ciencias que se consideran cumplen un rol preponderante en la formación de los mismos. Es claro que los conceptos científicos son, en general, complejos para ser enseñados y aprendidos; sin embargo, el anclaje y desarrollo de los contenidos disciplinares específicos desde temas transversales, con los aportes de la Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente (CTSA), son un recurso propuesto por diversos autores para favorecer la educación en Ciencias Naturales. Es fundamental agregar a esta postura de educación experimentos realizados durante las clases que favorezcan la observación de los fenómenos y el proceso de entendimiento y recuerdo del modelo teórico que explica dicho fenómeno. Está demostrado, desde las neurociencias, que la sorpresa o eventos especiales favorecen el recuerdo del entorno, y los experimentos favorecerán este proceso. En el presente trabajo se presenta una propuesta de educación en Ciencias desde la interdisciplinariedad, el trabajo concreto experimental y el aporte de los transversales que ha sido implementado en el Ciclo Básico de la Educación Secundaria de escuelas públicas de la Provincia de Córdoba. Los resultados obtenidos fueron muy positivos tanto en cuanto a la efectividad y eficiencia de la incorporación de experimentos en las clases de Ciencias como en el aprendizaje de los estudiantes quiénes, de acuerdo con los primeros resultados, recuerdan sólo los fenómenos experimentados. Cabe agregar que todos los dispositivos utilizados están construidos y diseñados con materiales reciclables y de bajo costo por lo que no inciden significativamente en el presupuesto de las escuelas, de los alumnos o del docente ni tampoco repercuten en el medio ambiente.

## 48. Experimentos con Laboratorio Remoto

Farias de la Torre E[1 2 3],Ricón R[4],Montaño J[4],Silveira R[4],Boglione S[4]

[1] *Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad Nacional de La Pampa*

[2] *Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales - Universidad Nacional de Córdoba*

[3] *Facultad Regional Córdoba-Universidad Tecnológica Nacional*

[4] *Facultad Regional Córdoba-Universidad Tecnológica Nacional*

Se proponen dos experimentos para desarrollarse en Laboratorio Remoto: Comprobación de las leyes de Kirchhoff de alterna, en base a Trabajo previo publicado en Anales de la Asociación Física Argentina (2016), e Interferencia con Microondas. Con ello se pretende realizar un aporte a la enseñanza de la física para cursos masivos de alumnos y para los cuales no se dispone de la infraestructura necesaria en materia de equipamiento de enseñanza en física.

## 49. Experimentos de dinámica del rígido

Farias De La Torre E[1 2 3],Schinquel G[4],González Dondo D[4],Fuhrer M[2],Depetris N[3],Quispe R[3],Prieto D[5]

[1] *Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad Nacional de La Pampa*

[2] *Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales - Universidad Nacional de Córdoba*

[3] *Facultad Regional Cordoba - Universidad Tecnológica Nacional*

[4] *Facultad Regional Córdoba- Universidad Tecnológica Nacional*

[5] *Facultad Regional Córdoba-Universidad Tecnológica Nacional*

Se proponen tres experimentos de dinámica del rígido en 2D: interacción explosiva elástica con desprendimiento de masas: interacción elástica sin desprendimiento de masas (oscilatorio) y choque percusivo de masa con brazo de palanca. Se emplea el método de detección opto digital aplicado en Trabajo previo referido a choque elástico de discos. Se analiza el movimiento del centro de masa y la conservación de momento lineal y angular.

## 50. Física Computacional en el Nivel Medio: Una experiencia con oscilaciones forzadas y amortiguadas

Silva C M[1 2]

[1] *Instituto Politécnico Superior "Gral. San Martín" - Universidad Nacional de Rosario*

[2] *Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura - Universidad Nacional de Rosario*

El uso de nuevas tecnologías en el aula y el aprendizaje de la programación a temprana edad se han vuelto, en los últimos años, una política de estado en Argentina y en otros países de Latinoamérica. Sin embargo, estas políticas no han tenido un fuerte impacto en el ámbito de la enseñanza de las ciencias. El uso de simulaciones en clases, aunque muy extendido como lo muestra la literatura y con resultados realmente significativos, se presenta muy a menudo como un compendio de problemas casi cerrados donde los grados de libertad de la interacción entre el usuario y el programa están restringidos según los propios objetivos del autor.

Un punto de vista emergente en la didáctica de las ciencias naturales es la enseñanza basada en modelos. De acuerdo con esta concepción, los alumnos deberían involucrarse en investigaciones y problemas científicos escolares para que que puedan desarrollar formas de pensar y aprender, semejantes a las formas científicas de pensar e investigar. Desde este punto de vista, la Física Computacional debería ser incluída en la enseñanza de la física en la escuela media. Esto es claro si se entiende que, en el trabajo científico, la computadora es no solo una herramienta, sino también un laboratorio, y es innegable hoy en día su importancia en la construcción del conocimiento científico.

En este trabajo se presenta el relato de una experiencia de Física Computacional en un curso de Quinto Año de una Escuela Técnica Preuniversitaria. En ella, los alumnos programaron una simulación para resolver problemas de oscilaciones amortiguadas y forzadas. Luego pudieron experimentar sobre sus propias simulaciones variando parámetros y llegaron a apreciar el fenómeno de resonancia. Se contrastan los resultados con el enfoque con el que se presentaba el tema anteriormente, el cual era mayormente teórico, y se analizan las ventajas y desventajas de este nuevo enfoque.

## 51. ¿Hay reglas para informar y analizar un resultado de medición?

Alvarez L[1 2 3],Bastida K[1 2 4],Mingolla G[1 2 3]
[1] *Instituto Nacional de Tecnología Industrial*
[2] *Instituto de la Calidad Industrial - Universidad Nacional de San Martín*
[3] *Departamento de Fisica, FCEyN, UBA*
[4] *Ciclo Básico Común - Universidad de Buenos Aires*

Sí!! Hay reglas...
La Metrología es la ciencia de las mediciones y se aplica en todas las áreas de la ciencia y la tecnología, y para cualquier nivel de incertidumbre. El crecimiento de la globalización exige, hoy en día, contar con mediciones confiables, comparables, válidas y reproducibles a nivel internacional. Esto sumando a los avances tecnológicos y el perfeccionamiento de instrumentos, procesos y métodos de medición exigen la formación de profesionales capacitados, no sólo en el ámbito de las mediciones, sino también en lo que se refiere a un conjunto de premisas normativas que contribuyen al ordenamiento de los procesos de investigación, desarrollo y producción. Esto último es lo que se conoce como sistemas de gestión de la calidad. Así, la metrología y la normalización son cruciales para el aseguramiento de la calidad de un producto o proceso. Este trabajo tiene como objetivo impulsar la cultura metrológica desde el espacio áulico. Para ello se muestran recomendaciones y aclaraciones vinculadas no sólo al correcto uso del Sistema Internacional de unidades (SI), sino también del vocabulario de términos generales de metrología. Dichas recomendaciones se elaboran a partir de textos oficiales, y del actual estado del arte de la metrología. Por otro lado, se presentan breves reseñas de documentos normativos referidos a sistemas de gestión de la calidad, documentos de base para la estimación de incertidumbre, y una propuesta de cómo podrían incluirse e implementarse en la realización de trabajos prácticos de laboratorio a nivel de grado. Con este trabajo se pretende, además, concientizar a la comunidad científica cuán importante es conocer cómo está estandarizada, a nivel internacional, la forma de comunicar y analizar los resultados de una medición.

## 52. Interferómetro de sonido

Digilio A[1],Pepe Weigel E[1],Baigorria J[1],Branda M M[2],Guérin D M A[3]
[1] *Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales - Universidad Nacional de San Luis*
[2] *Departamento de Física, Universidad Nacional del Sur*
[3] *Universidad del País Vasco*

El fenómeno de interferencia está presente en nuestra vida cotidiana, pero puede ser difícil de comprender ya que contradice el ¨sentido común¨, pues ¨sonido más sonido¨ puede resultar en ¨ausencia de sonido¨. Este fenómeno ocurre en determinados puntos cuando el observador se ubica en algunas posiciones especiales respecto a las fuentes que emiten el sonido. En nuestro experimento, un generador de ondas de frecuencia fija, emite una señal que es reproducida por 2 o más parlantes idénticos, en línea, y equidistantes entre si. Se puede observar que al caminar frente a ellos en una línea paralela a la que los une, uno puede ¨escuchar¨ la interferencia, o sea puntos sucesivos de máximos y ausencias de sonido. Esta distribución de intensidades depende de la longitud de la onda emitida, de la distancia entre los parlantes, y la distancia del observador a las fuentes. Esta experiencia es fácil de implementar en clases prácticas o teóricas de ondas, ya que el fenómeno es también aplicable a ondas electromagnéticas, por ejemplo luz LASER o rayos X. El experimento mostrado en este trabajo para ondas de sonido es análogo a un interferómetro de Young para ondas electromagnéticas.

## 53. Líneas de campo eléctrico en sistemas conductores uniformes de a trozos en un campo eléctrico uniforme

Bertolotto J A[1],Umazano J P[1],Tomás K G[1],Herrero Maeso J J[1]
[1] *Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad Nacional de La Pampa*

Se propone resolver analítica y experimentalmente un problema de corrientes continuas en conductores uniformes de a trozos. Consideramos el siguiente sistema: aislante cilíndrico de longitud L y radio a, con constante dieléctrica $\epsilon$ cubierto por n casquetes cilíndricos concéntricos de la misma longitud, radios $r_n$ y conductividad $\sigma_n$. Se considera el sistema sumergido en un medio con conductividad $\sigma_0$ y se aplica un campo eléctrico uniforme transversal al eje de simetría del sistema. Se desean conocer las líneas equipotenciales y de campo eléctrico en el sistema. La solución analítica consiste en la resolución de las ecuaciones de Laplace de cada región empleando las condiciones de contorno adecuadas en las interfaces y la condición de campo eléctrico uniforme en el infinito. La solución experimental se logra a través de una cuba electrolítica para la cual se construye una capa, corte transversal del sistema descripto arriba, donde cada región anular concéntrica se construye con gel de agarosa. Las distintas conductividades de las regiones se logran con el agregado al gel de distintas concentraciones de NaCl.

## 54. Medición del exponente gravitatorio

Farias De La Torre E[1 2 3],Zacco F[4]
[1] *Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad Nacional de La Pampa*
[2] *Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales - Universidad Nacional de Córdoba*
[3] *CiTeQ - Facultad Regional Córdoba, Universidad Tecnológica Nacional*
[4] *Facultad Regional Córdoba-Universidad Tecnológica Nacional*

Se propone un experimento que utiliza la Balanza de Cavendish para la medición del exponente gravitatorio variando la distancia entre las masas interactuantes. Se mejora la determinación del mismo incorporando el error de medición de los parámetros intervinientes y el efecto de la carga estática.

## 55. Propuesta para la Enseñanza de Materiales Magnéticos en carreras de Ingeniería

Pampillo L G[1],Fontana M R[1],Perez L I[1 2],Santiago G D[2],Garea M T[2]
[1] *Universidad de Buenos Aires. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. Instituto de Tecnologías y Ciencias de la Ingeniería "Hilario Fernández Long". Facultad de Ingeniería. Paseo Colón 850, C1063ACV Buenos Aires, Argentina.*
[2] *Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ingeniería. Departamento de Física. Grupo de Láser, Óptica de Materiales y Aplicaciones Electromagnéticas. Paseo Colón 850, C1063ACV Buenos Aires, Argentina.*

El conocimiento y estudio de los materiales magnéticos en general, y de los materiales ferromagnéticos en particular, es fundamental para diferentes ramas de la ingeniería. Con ellos se pueden fabricar productos industriales como núcleos de transformadores, imanes y electroimanes. Por ello es de vital importancia para la formación en sus carreras de grado de futuros ingenieros introducir el tema en la currícula básica de los primeros años, en particular en las asignaturas de Física. En la Facultad de Ingeniería (UBA) este tema se presenta en la materia Física II que abarca los temas generales de Electricidad y Magnetismo. En este trabajo, los autores resumen

un proyecto de capítulo de libro sobre el tema. Se presentan los lineamientos generales, las ecuaciones básicas y las aproximaciones que deben emplearse para entender cómo resolver problemas vinculados con los denominados ?circuitos magnéticos? que están construidos por materiales ferromagnéticos. Esta temática no se desarrolla habitualmente de la manera tratada en esta presentación, ni en la carrera de Licenciatura en Física, ni tampoco en los libros de texto clásicos de Física para los primeros años de carreras de grado. Los ejercicios resueltos son comparados con simulaciones numéricas que emplean el método de elementos finitos y con experimentos de laboratorio realizados por los alumnos en el transcurso de la materia.

## 56. Proyecto INVOFI.Biblioteca digital de divulgación científica 2015

Canosa N[1 2],Pugnaloni L[3 4],Matera J M[1 2]

[1] *Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Plata*

[2] *Instituto de Física de La Plata, CONICET*

[3] *Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas*

[4] *Facultad Regional La Plata - Universidad Tecnológica Nacional*

La Comisión Directiva de la Filial La Plata organiza desde el año 2009, el ciclo de charlas de divulgación para todo público "La Física que nos cambia la vida", con el objetivo de acercar la Física y las actividades de investigación de los físicos de la región a la comunidad. El ciclo se desarrolla con el aporte desinteresado de investigadores en distintas áreas de la Física, que exponen sobre temas de gran interés, en los que la Física es la protagonista. Las charlas son registradas en video y alojadas en YouTube con el propósito de preservarlas, y a la vez, favorecer su posterior divulgación. Esta metodología ha permitido crear una biblioteca digital de divulgación científica, que con el aporte del programa INVOFI, ha continuado creciendo en cantidad y variedad. Esta colección, que cuenta actualmente con más de 40 títulos, constituye un material de gran utilidad para la divulgación de la disciplina, de interés para educadores y para acercar a los estudiantes a la Física, favoreciendo el desarrollo de futuras vocaciones.

## 57. Proyecto INVOFI: "Desarrollo de Juegos de Mesa que emplean conceptos de Física"

Tannuré G A[1],de Haro Barbás B F[1]

[1] *Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología - Universidad Nacional de Tucumán*

Mediante juegos de mesa, como elementos didácticos, se pretende generar un enfoque distinto para entender algunos conceptos de la Física. Los juegos se utilizarán como un complemento en la enseñanza de los contenidos curriculares del nivel medio, siendo un motor de aprendizaje. El proyecto consiste en la construcción de un conjunto de 4 juegos de mesa para ser utilizados en el aula con los alumnos y de esta manera, aplicar algunos conceptos de la Física que son necesarios para el desarrollo del juego. Los juegos están divididos en los siguientes temas: 1) cinemática; 2) dinámica; 3) energía mecánica y 4) calor. Estos temas son casi siempre tratados en el nivel medio. Los alumnos participaran en la elaboración y puesta a punto de los juegos para que una vez construidos, se realicen partidas en el aula. Los juegos tienen como características el uso de conceptos de la Física para poder ser jugados y en la medida en que esos conceptos se van utilizando, también se van incorporando en el pensamiento de los alumnos. Esta forma de poner en práctica estos conceptos se presenta desde una estrategia y visión distinta de los métodos tradicionales de impartir y educar en Física, diferente de la clase habitual o del uso del laboratorio. Los distintos juegos constan de tableros (grupales o personales), fichas, dados,

sistema de cartas, marcadores, contadores de turno y puntos, reglamentos y relojes muchos de los cuales serán diseñados y/o construidos por los alumnos. Cada juego, según el tema, tiene diferentes elementos a utilizar. El reglamento base y la idea general está pensada para cada uno de los temas pero con la opción de la incorporación de reglas y elementos adicionales que los alumnos o los participantes puedan proponer para modificarlos, como ocurre en todos los juegos de mesa. Los juegos creados serán implementados en el aula en reforzando los conceptos vistos durante la primera mitad del año. Los profesores responsables cumplimos tareas de docencia en sendos colegios secundarios dónde se hará uso de los juegos como elemento adicional a las clases de Física. Las partidas se realizarán en el aula durante las horas de clases, pudiendo extenderse a otros grupos de alumnos (como otros cursos) o la participación de otros docentes o padres de alumnos en distintos eventos como ferias de ciencias, muestras de ciencias o cualquier actividad que convoque a la comunidad educativa de ese colegio.

## 58. Proyecto INVOFI: El clima en la escuela

Llera M Á[1],Scagliotti A[1],Molina L[2]
[1] *Instituto de Ciencias - Universidad Nacional de General Sarmiento*
[2] *Universidad Nacional de General Sarmiento-Instituto del Conurbano*

En este proyecto se plantea la elaboración de estaciones meteorológicas usando materiales sencillos y de bajo costo. El proyecto incluye la utilización de una estación meteorológica comercial utilizada para la calibración de los instrumentos elaborados por los alumnos. Además la participación de profesores de distintas áreas, donde se coordinan los contenidos para aprovechar al máximo los datos arrojados por la estación meteorológica y por los dispositivos elaborados. La realización de los distintos elementos permitió crear espacios de distracción y de confianza donde los alumnos pudieron aprender conceptos básicos de presión, temperatura, humedad. Además en el área de matemática se realizo el análisis estadístico que facilito la comprensión de los datos obtenidos en distintos periodos de tiempo. Se realizaron predicciones sobre el clima a dos o tres días utilizando los datos conseguidos, se analizo el régimen de precipitaciones de los últimos cuatro meses del año 2015, se espera continuar con la toma de datos para el año 2016. En líneas generales la experiencia fue motivadora para docentes y alumnos, los equipos de docentes pudieron trabajar en forma interdisciplinaria, con estudiantes de diferentes cursos. La interacción con docentes de otras escuelas plantea que en el 2016 se continúe con el proyecto en otras escuelas del distrito de Pilar.

## 59. Proyecto INVOFI: El DCFyA y los jóvenes: socios en el entusiasmo

Castro M L[1],Iriarte D[1 2],Diez J[1 2],Irurzun A[1 2],Torre M S[1 2],Waks Serra M V[1 2],Garcimuño M[1]
[1] *Centro de Investigaciones en Física e Ingeniería del Centro de la Pcia. de Buenos Aires (CIFICEN), UNCPBA - CONICET, Tandil, Argentina*
[2] *Instituto de Física Arroyo Seco - Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires*

En el marco del programa de Incentivo de Vocaciones para el Estudio de Física (INVOFI), se confeccionó un kit experimental que incluye dispositivos interactivos relacionados con distintos fenómenos de la física, así como también material gráfico de difusión de las carreras del Departamento de Ciencias Físicas y Ambientales (DCFyA) de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNCPBA). Usualmente, los institutos y laboratorios de la Facultad de Ciencias Exactas son visitados por escolares que desean conocer qué actividades se realizan y qué carreras se dictan en los mismos. Pensando en cómo mejorar la información suministrada, a

la vez de incentivar el estudio de las disciplinas científicas, es que surge la idea de diseñar este kit, con experiencias sencillas e interactivas. Entre los dispositivos elegidos pueden mencionarse: láseres, hologramas, imanes y lámparas para crear sombras de colores. En el presente trabajo, se comparten detalles de la implementación del conjunto de experiencias que forman parte del kit, y los resultados obtenidos con su uso durante la visita de jóvenes estudiantes a institutos de investigación en Física de la UNCPBA.

## 60. Proyecto INVOFI: "La divulgación científica en el nivel medio del Sistema Educativo Argentino"

Roble M B[1],Cornejo J N[1],Barrero C[1],Roux P[1]
[1] *Facultad de Ingeniería Universidad de Buenos Aires*

La divulgación científica en el nivel medio del sistema educativo constituye un excelente medio para promover el interés por la ciencia en general y la Física en particular. Dentro de este nivel educativo se incluyen tanto los colegios secundarios como los institutos terciarios. En la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires (FIUBA), unidad académica en la cual desarrollamos nuestras actividades docentes y de investigación, son escasas las acciones de divulgación científica promovidas a nivel institucional. Es por este motivo que en el presente proyecto se propone generar, un trabajo intenso de divulgación científica y tecnológica, centrada en el campo de la Física y sus disciplinas relacionadas, tales como la Astronomía y la Cosmología, así como de las aplicaciones más importantes de la Física, desde nuestro lugar de trabajo en FIUBA. Para ello, realizamos talleres y diversas actividades para estudiantes en las que participan, visitando la Facultad, establecimientos secundarios de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y del Gran Buenos Aires. Se obsequian libros de divulgación científica o de historia de la ciencia a todas las instituciones que participan en las actividades, con el propósito de promover la lectura de temáticas vinculadas con la Física y disciplinas afines. En tal sentido, además del objetivo central del proyecto, es nuestro interés colaborar con la formación en lectoescritura de los estudiantes de nivel medio, cuyas carencias han sido reconocidas en diversas pruebas nacionales e internacionales. Asimismo, se obsequian también Tablas Periódicas de los Elementos, Edición Profesional, desarrollada por profesores de la Facultad de Ingeniería (UBA) y puesta al día con los últimos descubrimientos en el tema. La referida Tabla incorpora cuestiones asociadas a la seguridad laboral, riesgos para la salud y riesgos especiales, entre otros, relacionando la actividad científica con la protección del medio ambiente, tanto natural como social y laboral. En función de proyectos anteriores, los efectos biológicos de las radiaciones ionizantes continúan siendo un tema importante de divulgación, especialmente a partir de su empleo en medicina como herramienta de diagnóstico por imágenes. Este año se ha comenzado a incorporar la temática referida a los efectos de las radiaciones no-ionizantes, fundamentalmente las ondas electromagnéticas asociadas a los teléfonos celulares, con vistas a promover un uso consciente e inteligente de los mismos. Los resultados de los talleres son evaluados a través de encuestas escritas, para pulsar la opinión de estudiantes y docentes acerca de las actividades desarrolladas en los mismos. En general, los estudiantes asistentes han participado activamente y han manifestado sentirse motivados hacia el estudio de la ciencia y la tecnología, tal como ha sido referido por los profesores de las escuelas intervinientes. Si bien las actividades se desarrollan en el ámbito universitario, consideramos que las acciones de divulgación científica centradas en la Física pueden constituir un incentivo para el aumento de las vocaciones en esta disciplina. Por lo tanto, concluimos que este tipo de actividades, además de su valor específico, constituyen un mecanismo adecuado para establecer vínculos entre la Universidad y el nivel medio del Sistema Educativo, generando redes de intercambio y

comunicación de conocimientos científicos, mecanismo que está en consonancia con los principios básicos de la extensión universitaria.

## 61. Proyecto INVOFI "Matemática y Física. Aportes para consolidar sus vínculos"

Avila L[1],Huespe J[2],Mamaní M[3 2],Huespe J[2]

[1] *Universidad Nacional de La Rioja*

[2] *Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Cuyo*

[3] *Laboratorio de Física, Departamento Académico de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Rioja*

Se desarrollaron estaciones experimentales, de muy bajo costo con el objeto de que sean reproducidas en cualquier espacio físico, en principio, de la escuela del nivel medio que participó del proyecto. Las mismas fueron acompañadas por un cuadernillo didáctico realizado para sugerir la implementación de las experiencias basadas en la utilización de un puntero laser y una máquina de humo necesaria para hacer visible el rayo de luz, para de ese modo estudiar el origen de las funciones matemáticas de segundo grado (cónicas) y su vinculación con aplicaciones tecnológicas utilizando las leyes de la reflexión de la luz. Una de las estaciones experimentales tiene como misión demostrar las curvas que se obtienen de la intersección de un cono, que es generado por un puntero laser que rota, y que es visualizado mediante la presencia de humo, con planos ubicados en distintas posiciones. La otra, se dedica al estudio de las propiedades ópticas de la parábola y la elipse; para ello se construyeron sectores con pequeños espejos planos sobre los cuales se dirigieron rayos (con el puntero láser) que parten desde puntos característicos. El material adjunto con el que se llevaron a cabo las experiencias tuvo el doble propósito de tutorial y de guía para incorporar, dentro del mismo, otras experiencias que surgieran de las inquietudes propias de los docentes del nivel medio, motivándolos a crear sus propios laboratorios de física funcionales a sus necesidades y presupuestos.

## 62. Proyecto INVOFI: Sensores asistidos por computadoras para la motivación y el aprendizaje de contenidos científicos

Saldis N E[1],Gómez M M[1]

[1] *Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales - Universidad Nacional de Córdoba*

Estudios realizados por el equipo que presenta este artículo comprobaron la existencia de un estudio superficial y compartimentado de los contenidos de Matemática, Física y Química en estudiantes secundarios, que luego carecen de sustento para relacionar asignaturas científicas y desarrollar estudios superiores. Esto se veía reflejado en los inconvenientes que presentaban los estudiantes al resolver situaciones problemáticas, identificar variables, trazar gráficas o escribir una ecuación que represente matemáticamente un proceso físico o químico, conduciéndolos a desaprobar las asignaturas y desinteresarse en los fenómenos y cálculos. Desde la Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba, se propuso replantear metodologías de enseñanza desde la interdisciplinariedad de contenidos y brindar, por segundo año consecutivo, una innovación a los fines que los estudiantes encuentren significado en los conceptos que se les ofrece. Se planteó la modalidad b-learning con un enfoque constructivista, colaborativo y mediado. Se diseñaron experiencias atractivas para los estudiantes utilizando sensores multiparamétricos de temperatura, presión, pH, luz, sonido, humedad, y de alcohol que permitieran generar gráficas en tiempo real de fenómenos puestos a prueba en el laboratorio y su posterior análisis mediado y colaborativo por Whatsapp y un aula virtual desde Moodle.

Con fondos aportados por AFA a través de su programa INVOFI se trabajó con ochenta y siete estudiantes de dos colegios secundarios de Córdoba, Argentina: el tradicional Colegio Nacional de Monserrat y el Instituto Domingo Zípoli con especialidad en dirección coral. Primeramente se realizó la capacitación a docentes de ambos colegios para luego compartir con ellos y los estudiantes las experiencias de laboratorio. Trabajaron en 8 grupos; cada uno de ellos registró diferentes variables a partir de experiencias tales como medición de presión que ejerce el dióxido de carbono producido en la fermentación de azúcar por acción de levaduras en recipientes estancos, mientras que con la misma experiencia otro grupo registró la concentración de vapor de alcohol etílico formado; la variación de la temperatura en la transformación exotérmica generada al volcar ácido sulfúrico en agua, y en otra endotérmica como la producida al disolver nitrato de potasio en agua; la intensidad del sonido producida en diferentes espacios de las escuelas, la intensidad de luz generada en la combustión del magnesio, la variación de humedad que acompaña un ambiente con y sin plantas, y la modificación del pH de diferentes soluciones. A partir de estas experiencias, se obtuvieron los datos en forma de tabla y gráfico para luego pasar a construir modelos matemáticos simples que permitieron la predicción del fenómeno, acercándonos así a la práctica laboral cotidiana de los investigadores y personal especializado. Para ello, se utilizó el programa Capstone que permitió obtener y procesar datos en tiempo real e intervenir en las funciones matemáticas. Seguidamente, cada uno de los grupos de trabajo, y luego de una búsqueda de información, respondió una serie de preguntas críticas a los fines de resolver ciertas situaciones problemáticas construidas especialmente. El cierre de las actividades se concretó en sendos plenarios en ambos colegios donde los estudiantes expusieron sus conclusiones y el tratamiento de los conceptos trabajados. Cabe acotar que además se propició un intercambio cultural ya que los estudiantes del Zípoli realizaron una visita guiada por el edificio del Colegio Monserrat que es Patrimonio Histórico de la Humanidad conducidos por los propios estudiantes de este colegio y luego los alumnos del Monserrat concurrieron al Zípoli, donde presenciaron un concierto didáctico interpretado por los estudiantes instrumentistas y cantantes. En la evaluación de los resultados, el análisis de los informes presentados por los estudiantes y las exposiciones orales evidenciaron la integración de contenidos en respuesta a las situaciones problemáticas, el uso de vocabulario técnico, programas informáticos y modelos adecuados mejorando la escritura y la interpretación de fórmulas y ecuaciones. Más de dos mil entradas en los foros del aula virtual propiciaron la construcción colectiva del conocimiento, aportando visiones diversas de los fenómenos en estudio.

## 63. Recrear la distancia de la Tierra a la Luna con distintos balones como recurso didáctico en un curso introductorio de Física

Kupczewski M[1],Fernández J[1],Rosales A[1]

[1] *Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco*

A partir del año 2015 se modificó el ingreso a la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, generando el Ciclo Integrado de Ingreso. En este marco, durante el año 2016 en la Sede Trelew se brindó un curso introductorio a la Física para 65 aspirantes a la carrera de Ingeniería Civil con Orientación Hidráulica (3 jornadas de 2 horas). Durante los encuentros se realizaron distintas actividades integradoras. Se destaca, por sus rápidos resultados, sencilla aplicación y gran participación de los alumnos, la actividad realizada el primer día de clase, basada en la estimación y recreación a escala de la distancia que separa a la Luna de la Tierra. Para ello se utilizó un balón de básquet, distintas pelotas de tenis, cintas métricas, calculadoras y datos disponibles en los libros de Física. Esto permitió comenzar

a generar una dinámica de trabajo en grupo con alumnos provenientes de distintas escuelas, motivar su participación (por las exposiciones previas y posteriores que debían realizar) y potenciar una práctica reflexiva general. Desde el punto de vista introductorio a la disciplina se pudieron vislumbrar distintas dificultades relacionadas con técnicas de medición, manejo de proporciones y escalas, reglas de tres simple, estimación, redacción, entre otros puntos sobre los cuales se trabajó en los encuentros sucesivos. Mediante encuestas los aspirantes demostraron su satisfacción general con la propuesta.

## 64. Resortes con masas concentradas acopladas a resonadores II

Gómez B J[1 2],Repetto C E[1 2],Stia C R[1 2],Welti R[1]

[1] *Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura - Universidad Nacional de Rosario*

[2] *Instituto de Física Rosario, UNR-CONICET*

En este trabajo damos continuidad al estudio, tanto en forma teórica como experimental, de sistemas sencillos formados por resortes y masas, las cuales están acopladas a péndulos. Centraremos nuestra atención fundamentalmente en la banda de frecuencias más bajas, que es la que puede presentar mayores variaciones al modificar las frecuencias de los osciladores. Comprender en detalle el comportamiento de este tipo de sistemas puede ser importante para echar luz sobre problemas más generales y complicados, como es el caso de los metamateriales electromagnéticos y acústicos.

## 65. Sobre un método experimental para la caracterización completa de una onda sonora confinada

Lisandrini F T[1 2],Silva C M[1]

[1] *Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura - Universidad Nacional de Rosario*

[2] *Instituto de Física de Rosario, CONICET-UNR*

Se presenta un método sencillo para la determinación de la forma de una onda sonora estacionaria dentro de un Tubo de Kundt con un único micrófono deslizante. Se incorpora al estudio tradicional un ajuste no lineal por mínimos cuadrados de las mediciones, logrando una caracterización completa de la forma de la onda de presión en el interior del tubo en un intervalo de frecuencias de 220 Hz a 1200 Hz.

Se aplica dicho método para la medición de la impedancia en la terminación de un tubo abierto por ambos extremos, cerrado con fibra de poliuretano y algodón de uso doméstico. En el caso del tubo abierto, adicionalmente, se estima la corrección de borde a partir de la parte imaginaria de la impedancia y se la compara con los modelos teóricos existentes sin obtenerse discrepancias significativas.

Se presenta el método empleado como una opción adecuada para ser utilizada en ámbitos educativos debido a la sencillez del equipamiento necesario y a su bajo costo frente a otros métodos propuestos en la literatura.

## 66. Análisis cuantitativo de la aberración de esfericidad en espejos y lentes

Medina C[1]
[1] *Universidad Nacional de Tucuman*

Se estudia la aberración de esfericidad en espejos cóncavos y convexos, y en lentes convergentes y divergentes formados por casquetes esféricos. A partir de un haz incidente de rayos paralelos, se obtienen diagramas de marcha de rayos aplicando la ley de la reflexión en espejos y la ley de Snell en lentes, en cada superficie. Se comprueba que la aberración de esfericidad depende sólo de la apertura angular entre el eje óptico y el punto de incidencia. En el caso de lentes con dos radios de curvatura diferentes, se demuestra que el grado de aberración depende de la orientación de la lente. Se calcula la diferencia relativa entre los puntos reales de convergencia y los predichos por las ecuaciones de la óptica geométrica para rayos paraxiales.

## 67. Análisis energético del circuito de carga de un capacitor

Velazco S[1],Salinas J[2 1],Medina C[1]
[1] *Universidad Nacional de Tucuman*
[2] *CONICET*

El trabajo forma parte de una investigación más amplia en la que se realiza un control experimental de la comprensión alcanzada por estudiantes universitarios de carreras de ingeniería, sobre procesos que sufre la energía en circuitos simples de corriente continua. Tanto la investigación como el estudio de antecedentes sobre el tema muestran, por una parte, que muchos alumnos no interpretan adecuadamente intercambios energéticos desde un punto de vista macroscópico. Por otra parte, también se advierte que no relacionan o relacionan incorrectamente interpretaciones macroscópicas y microscópicas de los procesos que sufre la energía en el circuito. Por otro lado, en los libros de texto, las interpretaciones energéticas de circuitos simples son escasas. Tampoco es usual una clara diferenciación entre abordajes macroscópico y microscópico de los fenómenos involucrados, desde un punto de vista energético. Por ello, como un importante componente de la investigación, realizamos una profundización, desde un punto de vista científico, en el tema abordado. Este análisis constituyó un aspecto central, que favoreció la identificación de núcleos de dificultad y sirvió como marco de referencia para interpretar y evaluar las respuestas de los estudiantes. En este trabajo presentamos una parte del estudio realizado: una caracterización cualitativa del proceso de carga de un capacitor, desde un punto de vista energético. Distinguimos entre una interpretación energética macroscópica y una microscópica. La interpretación macroscópica está basada en el Primer Principio de la Termodinámica y considera procesos de conservación, transformación, transferencia y degradación de la energía. La perspectiva microscópica considera el rol de las distribuciones superficiales de carga que se establecen en el circuito.

## 68. Método de Stokes en mezclas inhomogéneas

Medina C[1],Alastuey P[1],Gómez Marigliano A C[1 2]
[1] *Universidad Nacional de Tucuman*
[2] *CONICET*

Al medir la densidad y viscosidad de una mezcla de glicerina y agua contenida en un tubo vertical, se observa una variación de estas propiedades con la profundidad. Estos gradientes son propios de estados de desequilibrio asociados a la menor densidad del agua y a que los tiempos

requeridos para alcanzar homogeneidad pueden ser relativamente grandes. En el mismo tubo, se mide la velocidad de caída de cinco bolillas en función de la profundidad, y luego se realiza un ajuste numérico que muestra una muy buena concordancia con los datos experimentales. A partir de la generalización de estos resultados se discute la aplicabilidad del método de Stokes para medir viscosidades de mezclas con gradiente de concentración.

## 69. Transferencia de calor en una barra delgada: ¿Se puede despreciar la radiación?

Ferreyra J P[1],Forcone M V[1],Plenasio Giménez A[1],Ribetto F D[1],Fernández L A[1],Blengino Albrieu J L[1]

[1] *Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas Físico-Quimicas y Naturales - Universidad Nacional de Rio Cuarto*

En este trabajo, se presenta una innovación en el estudio experimental de la transferencia de calor entre diferentes porciones de una barra homogénea de aluminio y entre ésta y el medio ambiente. En la práctica se obtiene como resultado el coeficiente de conducción térmica del material que constituye a la barra y el coeficiente de transferencia de calor por convección libre. Se realiza la experiencia tradicional de conducción y convección en una barra metálica y, como innovación, se probó un método alternativo para medir el coeficiente de convección libre entre el aluminio y el aire y se realizaron cálculos de transferencia radiativa para poder estimar si la pérdida por radiación es realmente despreciable frente a la convección. Ésta última es una interesante innovación para las prácticas de laboratorio de años iniciales en nivel universitario. La actividad se plantea como un caso a resolver simulando el quehacer científico, acercando de este modo a los estudiantes a prácticas que involucran procesos de modelización, diseño experimental, mediciones, discusiones grupales. La participación docente está principalmente dirigida a alentar procesos metacognitivos en los estudiantes con el fin de que puedan resignificar los aprendizajes, revisar algunas prácticas, repetir algunas mediciones, etc. Como cierre de la actividad los alumnos comunican sus resultados en forma oral a modo de charla-exposición y en forma escrita simulando una publicación científica. En ambas comunicaciones se advierte en los estudiantes una apropiación del conocimiento y mayor profundización comparado con otros grupos estudiantiles y a otros prácticos de la asignatura. El desarrollo del modelo y la incorporación de hipótesis simplificadoras surgidas o propuestas por los mismos estudiantes, sumado al proceso reflexivo y la experimentación los estimuló a comprobar la validez de dichas hipótesis y de este modo involucrarse más con la transferencia de calor en todas sus formas.

## 70. Un mosquito solar pica la curiosidad de los más chicos

Garcimuño M[1],Carbone N A[1]

[1] *Centro de Investigaciones en Física e Ingeniería del Centro de la Pcia. de Buenos Aires (CIFICEN), UNCPBA - CONICET, Tandil, Argentina*

La sociedad de la información en la que vivimos y el creciente desarrollo de nuevas tecnologías, redundan en una urgencia por acercar el conocimiento científico a todos los niveles educativos. Sin embargo, la simplificación de los conceptos para hacerlos asequibles a niños no es una tarea fácil. En este trabajo se presenta una experiencia desarrollada en la sala de cinco años de un jardín estatal de la ciudad de Tandil en el que fueron instalados tres paneles solares en el marco del Plan Piloto de Eficiencia Energética en Jardines de Infantes.

Se diseñó una experiencia sencilla para trabajar con los alumnos los conceptos fundamentales relacionados con la energía solar y su aprovechamiento. El objetivo ha sido doble: por un lado ofrecerles un espacio de aprendizaje a los niños en el que pudieran experimentar y por otro, brindarles herramientas a las maestras para abordar contenidos curriculares vinculados al tema abordado.

Durante el desarrollo de la actividad se compararon distintas fuentes lumínicas, se reconocieron artefactos eléctricos a partir de imágenes y se realizaron experiencias con distintos dispositivos equipados con paneles solares. Además se adquirió un kit solar el cual quedó a disposición de la institución educativa para que puedan realizar futuras experiencias.

# EPISTEMOLOGÍA E HISTORIA DE LA FÍSICA

MARTES 04 14:00 - 16:00 hs y 17:30 - 18:00 y MIÉRCOLES 05 14:30 - 16:30 hs. Block 1 y Block 2

## 71. Aplicaciones Físicas al campo de la Salud: El Rol de la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) en el desarrollo de la Medicina Nuclear en Argentina

Peano M[1]

[1] *Comisión Nacional de Energía Atómica*

Las aplicaciones físicas al campo de la salud han tenido un amplio desarrollo histórico en la Argentina. El uso de radioisótopos para el diagnóstico y tratamiento de enfermedades, así como en investigación médica contaba, al momento de la emergencia del sector nuclear, con un significante número de antecedentes en el país. Sin embargo, con la institucionalización de las actividades nucleares, cristalizada en la creación de la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) en 1950, el desarrollo de las aplicaciones nucleares con fines médicos, cobraría un fuerte impulso. Así, pues a pesar de los distintos modelos de desarrollo político-económico por los que atravesó el país, la medicina nuclear, con las particularidades de cada caso, mantuvo un sostenido desarrollo a lo largo de cada uno de ellos. Esto fue así, en la medida en que se destinaron esfuerzos para el desarrollo de la especialidad a través de tres líneas de acción: investigación y capacitación, abastecimiento de radioisótopos y puesta en marcha de centros clínicos de medicina nuclear.

## 72. Lógica cuántica dinámica

Losada M[1],Holik F[2],Fortin S[1 3]

[1] *Instituto de Filosofía "Dr. Alejandro Korn"*

[2] *Instituto de Física de La Plata, CONICET*

[3] *Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad de Buenos Aires*

En este trabajo se presenta un enfoque dinámico de la estructura lógica del reticulado de propiedades de la mecánica cuántica. Para ello se considera la dinámica de la mecánica cuántica desde la representación de Heisenberg, en la cual los elementos dinámicos de la teoría son los observables y las propiedades, en lugar de los estados. Si se admiten evoluciones temporales no

unitarias, es posible dar cuenta de cómo se modifica la estructura lógica del reticulado de propiedades a través del tiempo. Este camino permitiría entender el límite clásico como un proceso en el cual un conjunto de propiedades con estructura no booleana adquiere características booleanas.

## 73. Moriz Benediky: Kraniometrie und Kephalometrie: ¿ El primer libro sobre Biomecánica ?

Muñoz J C[1 2 3]

[1] *Instituto de Ciencias de la Rehabilitación y el Movimiento, UNSAM*

[2] *Universidad Nacional de Tres de Febrero*

[3] *Posgrado en Kinesiología Deportiva, Universidad Favaloro*

Se han escrito muchos y variados trabajos sobre la historia de la Biomecánica. Tras la búsqueda y rastreo sobre los orígenes de esta disciplina, en 1996 Paul Allard reporta, hasta lo más lejano en el tiempo que puede decir, que el Dr. Moriz Benedikt utiliza probablemente por primera vez el término Biomecánica en la conferencia científica Über mathematische Morphologie und Biomechanik, en el congreso de naturalistas de Wiesbaden (Alemania), en el año 1887. En Biomechanische Grundfragen [Cuestiones Fundamentales de Biomecánica], el propio Benedikt afirma que la expresión y la palabra Biomecánica es utilizada por primera en la citada conferencia, según lo expresa en el primer párrafo del texto correspondiente. Según lo que se suponía hasta hoy, el Dr. Benedikt habría realizado la primera publicación sobre Biomecánica en 1910. Sin embargo, en el presente trabajo, tras una intensa investigación histórica, damos a conocer un libro de texto anterior, y que podría ser el primero en el que figura efectivamente el término Biomechanik, donde además el autor presenta los Principien der Biomechanik (Principios de la Biomecánica). Durante el proceso de investigación se logró rastrear e identificar el término Biomechanik en Kraniometrie und Kephalometrie [1], texto en alemán del año 1888, así como su correspopndiente Biomécanique en el Manuel technique et pratique d'anthropométrie cranio-céphalique, versión en francés llevada a cabo por el Dr. Paul Keraval en 1889. Si bien no nos parece lo más acertado considerar la obra mencionada como el primer libro exclusivamente de Biomecánica, sí entendemos que se lo podría considerar el primer libro sobre Biomecánica, dado que en él se dedica un capítulo completo, la décimo séptima lección (Siebenundzwanzigste Vorlesung), a esta temática. [2]

Palabras clave: Término Biomecánica, primer libro, origen, Principios.

[1] Benedikt, M. (1888). Kraniometrie und Kephalometrie. Wien und Leipzig. Urban & Schwarzenberg. En: ZB MED. Leibniz-Informationszentrum Lebenswissenschaften. (2012).

[2] Benedikt, M., Keraval, P. (trad.). (1889). Manuel technique et pratique d´anthropométrie cranio-céphalique (méthode, instrumentation). Paris. Lecrosnier et babe editeurs.

## 74. Simetrías e interpretación de la mecánica cuántica

Fortin S[1 2],López C A[1]

[1] *Instituto de Filosofía "Dr. Alejandro Korn"*

[2] *Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad de Buenos Aires*

Las interpretaciones realistas de la mecánica cuántica son aquellas que se proponen construir una imagen del mundo y las entidades que lo habitan tal como la teoría los describe. Debido a que el teorema de Kochen-Specker establece que no es posible asignar valores definidos a todos los observables de un sistema cuántico, cualquier interpretación realistas deben seleccionar el conjunto de observables relevantes que adquieren valores definidos. Por otro lado, un grupo de simetrías es el grupo de todas las transformaciones ante las que una teoría es invariante. En

todo grupo de simetrías hay ciertos observables que conmutan con todos los generadores de las transformaciones del grupo. Debido a esta conmutación, estos observables especiales llamados Casimires son invariantes ante todas las transformaciones del grupo. En el caso de la mecánica cuántica el grupo es la extensión central del grupo de Galileo y los Casimires son la masa, el spin al cuadrado y la energía interna. En este trabajo argumentaremos que las propiedades objetivas de cualquier sistema deben ser invariantes ante el grupo de simetrías de la teoría. Por lo tanto en el caso de la mecánica cuántica, cualquier interpretación realista de la teoría en la que se pretenda preservar la objetividad del conjunto de observables que adquieren valores definidos los observables relevantes deben ser la masa, el spin al cuadrado y la energía interna.

# FÍSICA ESPACIAL

MARTES 04 14:00 - 16:00 hs y 17:30 - 18:00 y MIÉRCOLES 05 14:30 - 16:30 hs. Block 1 y Block 2

## 75. Agujeros de gusano con carga en teorías de gravedad F(R)

Figueroa Aguirre G[1],Eiroa E F[1]
[1] *Instituto de Astronomía y Física del Espacio, CONICET-UBA*

En el presente trabajo se construye una clase de agujeros de gusano esféricamente simétricos con curvatura constante en teorías gravitatorias denominadas $F(R)$. La construcción teórica se realiza mediante el uso del formalismo de cáscaras delgadas y las condiciones de juntura determinan la ecuación de estado de la garganta. Se analiza la estabilidad de las configuraciones estáticas ante perturbaciones que preservan la simetría esférica. Como caso particular, se consideran agujeros de gusano con masa y carga, encontrándose que la estabilidad de las soluciones estáticas es posible para ciertos valores de los parámetros del modelo.

# FÍSICA NUCLEAR

MARTES 04 14:00 - 16:00 hs y 17:30 - 18:00 y MIÉRCOLES 05 14:30 - 16:30 hs. Block 1 y Block 2

## 76. Análisis de Parámetros de Dispersión de Radionucleídos en la Atmósfera aplicado a Instalaciones Nucleares (INVAP S.E.)

Eguia S[1] [2],Alessi M[1]
[1] *INVAP S.E. Investigaciones Aplicadas Sociedad del Estado*
[2] *Universidad Nacional de Río Negro*

En este trabajo se presenta una comparación de resultados de parámetros de dispersión atmosférica ($\sigma_y$, $\sigma_z$) [1]-[4], dados por diferentes modelos analíticos (Martin - Tikvart [5], Tadmor - Gur [6] y Briggs [7]) y resultados experimentales (Pasquill- Gifford [8]). Por otro lado se evalúan los efectos de flotabilidad [8] y empuje [9] en la elevación de la pluma (Plume Rise) en un modelo Gaussiano [10]. Dicho estudio se enfoca en la dispersión de Radionucleídos por emisión de Reactores de Investigación, Plantas de Producción de Radiofármacos y Plantas de Elementos Combustibles Nucleares.

[1] HotSpot Health Physics Codes , Version 2.07.1 (2010)
[2] Safety Reports Series, $N°19$. Generic Models for Use in Assessing the Impact of Discharges

of Radioactive Substances to the Environment, (IAEA) (2001)
[3] NUREG-1887-Rascal 3.0.05 Description of Models and Methods (2007)
[4] CROM CODE (Codigo de cRiba para evaluaciÓn de iMpacto) V 7.0. Ciemat (2013)
[5] Matin, D. O., and J. A. Tikvart. *A General Atmospheric Difussion Model for Estimated the Effects on Air Quality of one or More Source*. $61^{st}$ Annual Meeting of the Air Pollution Control Association for MAPCA, St. Paul, Minnesota. (1968)
[6] Tadmor, J., and Gur, Y.,*Analytical Expressions for Vertical and Lateral Dispersion Coefficients in Atmospherics Difussion*. Atmospheric Environment, 3: 688-98. (1969)
[7] Briggs, G. A., *Difussion Estimation for Small Emissions*, ATDL Contribution, File $N°$79, Atmospheric Turbulence and Difussion Laboratory. (1973)
[8] Briggs, G. A. *Optimum Formulas for Bouyant Plume Rise*. Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series A, Mathematical and Physical Sciences. Vol. 265, $N°$ 1161, A Discussion on Recent Research in Air Pollution, pp. 197-203. (1969)
[9] Briggs, G. A., *Plume Rise Predictions*, American Meteorology Society, Boston, MA. Lectures on Air Pollution and Environmental Impact Analyses, Workshop Proceedings, pp. 59-111. (1975)
[10] J. Lamarcsh, Introduction to Nuclear Engineering, 2nd Ed. (1983)

## 77. Análisis por Activación Neutrónica de restos de barcos de guerra de los siglos XVIII y XIX

Robledo J I[1 2],Arciniegas D[3],de Rosas J[4],Ibarra R[5],Vedelago J[1 2],Cantargi F[6],Arribére M[6],de Rosa H[7]

[1] *Facultad de Matemática Astronomía y Física - Universidad Nacional de Córdoba*
[2] *Instituto de Física Enrique Gaviola de Córdoba, CONICET-UNC*
[3] *Instituto de Investigaciones Físico-Químicas de Córdoba, CONICET-UNC*
[4] *Instituto De Matemática Aplicada San Luis, CONICET-UNSL*
[5] *Universidad Nacional de La Pampa*
[6] *Centro Atomico Bariloche - Comisión Nacional de Energía Atómica*
[7] *Facultad de Ingeniería - Universidad de Buenos Aires*

Se estudiaron cuatro muestras de cobre pertenecientes al recubrimiento de cascos de madera de barcos de guerra de fines del siglo XVIII y principios del siglo XIX mediante la técnica de Análisis por Activación Neutrónica. Se analizó la presencia de arsénico y antimonio en la matriz metálica de los restos a través de esta técnica ya que no fue posible la identificación de estos elementos por otros métodos.Los datos de este análisis serán utilizados por el grupo de arqueometalurgia de la UBA para inferir los orígenes de aprovisionamiento de la materia prima.

## 78. Descripción microscópica del decaimiento alfa

Id Betan R M[1 2 3]

[1] *Instituto de Física de Rosario, CONICET-UNR*
[2] *Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura - Universidad Nacional de Rosario*
[3] *Instituto de Estudios Nucleares y Radiaciones Ionizantes*

El decaimiento radiactivo de la partícula alfa puede describirse microscópicamente utilizando el formalismo de capas o de 'cluster'. Las descripciones teóricas utilizando la teoría de cluster describe satisfactoriamente el tiempo de vida pero no así el modelo de capas. Mientras la formulación con cluster asume que la partícula alfa ya está formada dentro del núcleo, el modelo de capa no lo hace. El objeto de esta presentación es mostrar que utilizando el modelo de capas con

estados del continuo puede mejorarse los resultado del cálculo del tiempo de decaimiento [1]. La ventaja de utilizar estados del continuo es que el formalismo puede ser aplicado al decaimiento alfa de núcleos en la vecindad de la línea de goteo donde parece no se aplicable la formulación de cluster. El modelo de capas con estados del continuo se aplicará al decaimiento alfa en el 104Te.

[1] R. Id Betan and W. Nazarewicz, Phys. Rev. C 86, 034338 (2012).

## 79. Detección de radiación ionizante por medio de un sistema híbrido líquido iónico-centellador comercial

Rodrigues D[1 2],Krimer N[1],Sarmiento G[1],Cerutti G[3],Balpardo C[3],Mirenda M[1 2]

[1] *Gerencia Química, CAC - CNEA*

[2] *Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas*

[3] *Laboratorio de Metrologia de Radioisotopos CNEA - CAE*

Un medio dieléctrico es capaz de emitir radiación electromagnética de tipo Cherenkov cuando es atravesado por una partícula cargada que viaja a velocidades mayores que la de la luz en dicho medio. Este fenómeno puede ser utilizado para la detección de radiación ionizante, por ejemplo, para la cuantificación de electrones o positrones provenientes de desintegraciones radiactivas cuyas energías sean superiores a las centenas de keV. En este trabajo se evaluó la eficiencia de detección de un sistema de centelleo líquido híbrido que combina un líquido iónico (BmimCl) con un centellador orgánico comercial (UG-AB$^{TM}$). Los líquidos iónicos son sales en estado de agregación líquido a temperaturas cercanas o menores a los 100 °C. Para realizar los experimentos se utilizó un vial especialmente diseñado que consta de dos volúmenes cilíndricos concéntricos separados. En el volumen interior se vertieron 5 ml de BmimCl conjuntamente con $^{18}$F ($T_{1/2}$ $\approx$ 110 minutos, $E_{max}$ = 634 keV) mientras que en el volumen exterior se colocaron 5 ml de UG-AB$^{TM}$. Los resultados mostraron que el BmimCl emite radiación Cherenkov producto de los positrones provenientes de la desintegración del $^{18}$F. La utilización de UG-AB$^{TM}$ en el volumen externo duplicó la eficiencia de detección de la radiación ionizante. Esto se atribuye a la capacidad del centellador comercial de absorber los fotones y re-emitirlos como fotones de fluorescencia en el intervalo de mayor sensibilidad (350 nm $< \lambda <$ 500 nm) de los fotomultiplicadores utilizados. La estrategia de separar los líquidos en compartimentos diferentes evita la producción de residuos con solventes orgánicos volátiles, generando en su lugar, residuos de líquidos iónicos. Estos líquidos, a diferencia de los centelladores orgánicos, presentan una elevada estabilidad térmica, baja inflamabilidad, e ínfima presión de vapor, siendo incluso re-utilizables.

## 80. Efecto de la reacción de quiebre del proyectil $^{9}$Be en su dispersión elástica en un blanco de $^{80}$Se

Gollan F[1 2],Abriola D[1],Arazi A[1 2],Marti G V[1],Rodrigues D[1 2],de Barbará E[1],Cardona M A[1 2],Hojman D[1 2],Pacheco A[1 2],Capurro O[1],Negri A[1 2]

[1] *Departamento de Fisica Experimental, GIyA, CAC-CNEA*

[2] *Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas*

En el presente trabajo se midieron las distribuciones angulares de los productos de dispersión elástica e inelástica del sistema binario $^{9}$Be + $^{80}$Se para energías entre 17 y 33 MeV (la barrera Coulombiana es de 20 MeV) utilizando las instalaciones del Acelerador TANDAR de la Comisión Nacional de Energía Atómica. Los resultados experimentales se analizaron en el marco del modelo óptico, utilizando un potencial fenomenológico de Woods-Saxon y un potencial

semi-fenomenológico de doble convolución. La estimación de la incerteza en los parámetros correlacionados del potencial nuclear se calculó a través del método de matrices de covarianza [1]. En ambos modelos, se observó la presencia de la denominada anomalía de umbral de quiebre (breakup threshold anomaly) que se manifiesta en un crecimiento de la parte imaginaria del potencial a energías incluso por debajo de la barrera Coulombiana, acompañado por un decrecimiento de la parte real. A partir de estos datos de dispersión elástica se calculó la sección eficaz de fusión del sistema, la cual planea medirse en un próximo experimento en el acelerador TANDAR.

[1] D. Abriola, A. Arazi, J.Testoni, F. Gollan, G. Marti, Proceeding-XXXVII Brazilian Meeting on Nuclear Physics, 2015 Journal of physics: Conference Series 630 012021

## 81. Fragmentación de materia de estrella de neutrones en expansión

Dorso C[1 2],Alcain P[2]

[1] *Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad de Buenos Aires*

[2] *Instituto de Física de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales CONICET- Universidad de Buenos Aires*

En esta presentación describiremos distintos resultados asociados al análisis del proceso de fragmentación de estrellas de neutrones en colisión

Utilizaremos dos potenciales efectivos para estudiar sistema nucleares a saber: CMD_Pandaharipande y CMD_Horowitz apropiadamente complementados con términos de Coulomb apantallados.

En primer lugar describiremos el proceso de transición de fase topológica a bajas temperaturas caracterizado por la aparición de fases no homogéneas denominadas "Pasta Nuclear". Estudiaremos como afecta esta topología a la opacidad de neutrinos y por lo tanto al proceso de enfriamiento de dicho sistema

Finalmente describiremos la dinámica de formación de fragmentos configuracionales y en el espacio de fases y las correspondientes nubes neutrónicas asociadas focalizando en la posible formación de núcleos mas pesados que Hierro.

## 82. Medición de la Concentración de Boro por medio de Absorción Neutrónica en KDP dopado

Fischfeld G J[1],Amalia A[1],Gloria C[1]

[1] *Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura - Universidad Nacional de Rosario*

G. Fischfeld*, A. Affranchino*†, G. Colombo*

La posibilidad de utilizar cristales de KDP, dopados con boro, como detectores de neutrones integrados en el tiempo, de pequeñas dimensiones, es posible a partir de los cambios producidos en la constante electroóptica r63 del cristal, antes y después de ser irradiados con neutrones [1]. Actualmente se utilizan TLD 600 para medir el fondo gama y TLD 700 para medir gama más neutrones, de la diferencia entre ambos se mide la dosis neutrónica. El crecimiento de cristales KDP (KH2PO4) dopados con boro, se realiza con el incremento de la sobresaturación de una solución acuosa de KDP, dopada con sales de boro, por el descenso de temperatura. El interés en medir la concentración de boro en el cristal radica en conocer que sal de boro y que concentración es más adecuada para dopar los cristales KDP. Utilizando la medición de la posición de barras en el RA-4 se pudo medir la concentración de boro dentro de cristales KDP dopados. Se obtuvieron resultados desde 35 ppm (en peso) para el H3BO3, hasta 160 ppm para el Na2B4O7.

[1] G. Fischfeld, A. Affranchino, A. Di Loreto, C. Rocco, Cryst. Res. Technol. 39, N° 10, 920 ? 925 (2004).

*Docentes de la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura de la Universidad Nacional de Rosario †Fallecida el 23SET2012

Contacto: (0341) 480-2649 Int. 123, mail: gfisch@fceia.unr.edu.ar /gfischfeld@arnet.com.ar

## 83. Discriminación de la contribución de Build Up en experiencias de laboratorio con fuentes puntuales de baja actividad

Carrillo M[1],Jerez Fanciotti C A[1],Mangussi M J[1]

[1] *Laboratorio de Transductores y Física Nuclear, FACET, UNT*

En el ámbito de la Física Nuclear es de especial interés el estudio de la atenuación de la radiación electromagnética (gamma y equis) al atravesar medios absorbentes oportunamente interpuestos.

En el Laboratorio de Transductores y Física Nuclear se realizan experiencias con diversos medios absorbentes.

La tarea experimental consiste en mediciones con fuentes de radiación puntuales de muy baja actividad por lo que, tales experiencias, deben realizarse a distancias fuente-detector muy pequeñas. Estas limitaciones sumadas al considerable diámetro de los detectores disponibles obligan a mantener condiciones de "muy mala geometría".

En tales condiciones, es considerablemente alto el efecto de Build Up (producido por interacciones Compton en el medio absorbente) que puede llegar, en determinados casos, a enmascarar la atenuación que se quiere evaluar.

En este trabajo se proponen dos técnicas para discriminar y evaluar ambos efectos:

La primera consiste en aislar físicamente las distintas trayectorias de los fotones para evaluar independientemente sus contribuciones. Esto se logra confinando el ángulo sólido subtendido entre la fuente y el detector mediante un delgado cono de acrílico. De esta manera se puede evaluar la contribución de la trayectoria "directa" de los fotones (atenuación) rellenando solo el interior del cono con material absorbente y la "indirecta" (Build Up) rellenando solo el exterior del cono. La segunda y más efectiva consiste en discriminar las distintas contribuciones mediante la obtención de espectros de energía para distintos espesores de absorbentes y la posterior clasificación de las cuentas obtenidas en función de su trayectoria (caracterizada, esta, por su rango energético).

## 84. Modelos de Transporte Atmosférico (ATM) y Cálculos de Dosis aplicados en Instalaciones Nucleares diseñadas por INVAP S.E.

Alessi M[1],Field C H[1],Eguia S[1 2],Brizuela M[1]

[1] *INVAP S.E. Investigaciones Aplicadas Sociedad del Estado*

[2] *Universidad Nacional de Río Negro*

En este trabajo se presentan códigos de cálculos utilizados por INVAP S.E., en estudios de Dosis a trabajadores y público, por emisión de radionucleidos en facilidades Nucleares, tales como: Reactores de Investigación, Plantas de producción de Radiofármacos y Plantas de Elementos Combustibles Nucleares. Los modelos de Transporte y Dispersión Gaussiano presentados, son aceptados por Autoridades Regulatorias Nacionales e Internacionales (ARN (Autoridad Regulatoria Argentina) [1], IAEA (*International Atomic Energy Agency*) [2] NRC (*Nuclear Regulatory*

*Commission*) [3].

[1] Norma AR 10.1.1. Norma Básica de Seguridad Radilógica (ARN) (2003)
[2] Safety Reports Series, $N°19$. *Generic Models for Use in Assessing the Impact of Discharges of Radioactive Substances to the Environment*, (IAEA) (2001)
[3] *Regulatory Guide* 1.145. (NRC) (1979)

## 85. Monitor del centrado del haz de iones para la medición de distribuciones angulares de dispersión

Yunis R[1],Szewc M[1],Arazi A[2 3]
[1] *Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad de Buenos Aires*
[2] *Departamento de Física Experimental, GIyA,CAC-CNEA*
[3] *Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Buenos Aires, Argentina*

El objetivo principal de este trabajo es analizar y corregir desviaciones en la alineación de un haz de partículas en el acelerador TANDAR. Esto es de particular interés en la medición de distribuciones angulares de los productos de reacciones nucleares, las cuales varían muy fuertemente con el ángulo de dispersión. Para esto se analizan medidas realizadas con diodos PIN como detectores de monitoreo del haz y se corrigen las secciones eficaces en función del desvío del haz. Asimismo, se diseña y construye un indicador luminoso de la corriente que se induce en los limitadores del haz de forma tal de indicarle en tiempo real al operador del haz si este está desviado. Complementariamente, se estudia la viabilidad estos diodos PIN para conformar un conjunto de 60 detectores para la medición de distribuciones angulares de dispersión de los productos de reacciones nucleares.

## 86. Reacciones de "breakup" inducidas por proyectiles nucleares débilmente ligados

Carlotto J I[1 2],Capurro O A[2],Cardona M A[2 3],Hojman D[2 3],Pacheco A J[2 3],Abriola D[2],Arazi A[2 3],de Barbará E[2],Gollan F[2 3],Rodrigues D[2 3],Togneri M A[2]
[1] *Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - UBA*
[2] *Departamento de Fisica Experimental, GIyA, CAC-CNEA*
[3] *Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Buenos Aires, Argentina*

El estudio de reacciones que involucran a núcleos exóticos, muy alejados del valle de estabilidad, ha suscitado desde hace ya varios años un renovado interés en el ámbito de la física nuclear impulsado por la disponibilidad de aceleradores capaces de producir núcleos radiactivos. Algunos aspectos de este tipo de investigación también se puede llevar a cabo mediante el uso de proyectiles débilmente ligados pero estables, tales como el $^{6}$Li, $^{7}$Li y $^{9}$Be. Un rasgo distintivo de las reacciones inducidas por este tipo de proyectiles es la importancia que cobra el canal de "breakup", caracterizado por el quiebre del proyectil lo cual da lugar a la emisión de dos o más fragmentos menores. En este trabajo se presentan algunos resultados preliminares del estudio experimental de este tipo de reacciones utilizando un nuevo dispositivo de detección de alta eficiencia y granularidad. Los experimentos fueron realizados utilizando haces de $^{6}$Li, $^{7}$Li y $^{9}$Be de 35Mev, para los dos primeros, y 39MeV para el último producidos por el acelerador de iones pesados TANDAR de la CNEA para bombardear un blanco delgado de $^{197}$Au. El sistema de detección empleado comprende dos detectores de silicio del tipo conocido como DSSSD, cada uno de ellos

con forma de corona circular segmentada en 48 anillos y 16 sectores. Esta segmentación del área activa permite ubicar espacialmente los impactos de cada partícula detectada y en consecuencia, determinar sus direcciones de emisión además de sus energías. Los detectores tienen espesores muy diferentes -aproximadamente 65$\mu$m y 1 mm- y se los combina de modo de utilizarlos como telescopio $\Delta E$-$E$, apropiado para la identificación del número atómico y de la masa atómica de los núcleos detectados. De este modo la identificación y caracterización completa de las reacciones de breakup puede hacerse mediante la aplicación de la técnica de coincidencias cinemáticas, que requiere la detección "simultánea", en distintos segmentos del detector, de las partículas livianas emitidas en forma correlacionada como consecuencia de las reacciones nucleares de interés. Se describirán los procedimientos y criterios de identificación y análisis de los datos adquiridos y se presentarán los correspondientes espectros característicos obtenidos.

### 87. Utilización del método de Richardson en bases con energías complejas

Tielas D[1 2 3],Civitarese O[2 3]

[1] *Departamento de Ciencias Básicas, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata*

[2] *Facultad de Ciencias Exactas - Universidad Nacional de La Plata*

[3] *Instituto de Física de La Plata, CONICET*

En este trabajo testeamos la utilización del método de Richardson para resolver el problema de apareamiento de partículas en presencia de estados con energía compleja. Este problema está estrechamente relacionado con la descripción microscópica de núcleos con un gran numero de neutrones (o de exceso de protones) en los que se utiliza para su descripción, por ejemplo, bases de Bergreen que incluyen un solo estado resonante. Hemos verificado que el método proporciona buenos resultados en comparación con la solución exacta de distintos sistemas de baja dimensión y que es posible utilizarlo en sistemas de gran dimensión donde no es posible la diagonalización directa.

# FUNDAMENTOS E INFORMACIÓN CUÁNTICA

MARTES 04 14:00 - 16:00 hs y 17:30 - 18:00 y MIÉRCOLES 05 14:30 - 16:30 hs. Block 1 y Block 2

### 88. Acotación de los Operadores en el Teorema de Carleson

Rojas T A[1],Galay E F[1],Nieva J L[1],Bizzotto M A[1]

[1] *Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad Nacional de Catamarca*

En este trabajo se realiza un análisis de los conceptos previos para llegar al gran teorema de Carleson, haciendo énfasis en los operadores y sus acotaciones necesarios en la demostración del teorema y, con el objeto de interpretar las demostraciones y las aplicaciones de estos a la matemática usada en la Teoría de Fourier en espacios generales de funciones.

## 89. Análisis de Operadores en el Teorema de Carleson

Rojas T A[1],Nieva J L[1],Ibañez I[1],Galay E F[1]
[1] *Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad Nacional de Catamarca*

Dentro de la teoría de las series de Fourier, el Teorema de Carleson juega un rol importante ya que concluye con el análisis de la convergencia de la serie de Fourier de una función en los espacios Lp (con p mayor a 2). Su demostración se basa en la introducción de un operador maximal llamado Operador de Carleson, que está definido tanto para la serie como para la transformada de Fourier. La demostración formal del teorema se alcanza mediante la acotación del operador de Carleson, el cual cumple una desigualdad débil de tipo (2,2). Pero para estudiar esta acotación es necesario definir nuevos operadores más manejables, en el sentido de que nos permitan abarcar el problema desde otros espacios más apropiados. Los distintos operadores que surgen de éste estudio están definidos y/o relacionados de manera directa a tres operadores básicos que cumplen importantes propiedades: los operadores Traslación, Modulación y Dilatación. En éste trabajo se hace énfasis en un análisis gráfico y geométrico del comportamiento de éstos tres operadores, para justificar su uso dentro del proceso de demostración del Teorema de Carleson.

## 90. Análisis de Orden Fraccionario en Serie Fourier

Rojas T A[1],Nieva J L[2],Di Barbaro M[2],PERALTA J[2],Quiroga P[2]
[1] *Dep. Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Catamarca*
[2] *Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad Nacional de Catamarca*

En este trabajo mostramos los primeros pasos de Fourier en los inicios del cálculo de orden arbitrario, también llamado fraccionario. Este cálculo es una rama del análisis matemático que trabaja con operadores de derivación e integración cuyo orden puede ser fraccionario, real o complejo. Indagaremos como fue surgiendo en los primeros años del cálculo y quienes fueron los precursores en trabajar con estos tópicos. De esta manera podemos revelar la gran influencia que las ideas de Jean Baptiste Joseph Fourier han tenido en la historia de la matemática. El objetivo del presente artículo es dar a conocer los comienzos del cálculo de orden arbitrario desde su aparición en dos fuentes históricas originales: Theorie anallytique de la Chaleur, Joseph Fourier, 1822 y Traité elementaire de calcul differentiel et de calcul intégral, Sylvestre F. Lacroix, 1819 y, exponer los desarrollos de ciertos tópicos relacionados con el cálculo fraccionario.

## 91. Coherencia, entrelazamiento y discordia en la frontera de los mundos clásico y cuántico.

Matera J M[1],Killoran N[2],Plenio M B[2]
[1] *Instituto de Física La Plata, Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas, UNLP - CONICET*
[2] *Institut für Theoretische Physik - Universität Ulm*

Una de las características que distinguen a los sistemas cuánticos de sus contrapartes clásicas es el fenómeno de interferencia estadística, que resulta de la superposición coherente de estados. Recientemente se propuso una teoría de recursos, análoga a la del entrelazamiento, para cuantificar el grado de coherencia cuántica de un estado[1]. En esta presentación, discutiré una propuesta de generalización de esta teoría al caso de sistemas bipartitos[2], donde una de las partes tiene acceso a operaciones cuánticas generales, mientras que la otra sólo tiene acceso a a operaciones que no pueden originar coherencias cuánticas en su estado local, ni correlaciones cuánticas sobre el estado global. Además, mostraré cómo este formalismo se relaciona con la teoría de entrelazamiento

estándar, y con la teoría de la discordia cuántica. Finalmente, discutiré la aplicación al análisis de algoritmos cuánticos de la familia DQC1.

[1] Phys. Rev. Lett. 113, 140401 (2014).
[2] http://arxiv.org/abs/1512.07486 (2015)
[3] Phys. Rev. Lett. 81, 5672 (1998)

## 92. Coherencias Cuánticas Múltiples para la evolución dipolar escaleada en RMN

Sánchez C M[1],Buljubasich L[1 2],Pastawski H M[1 2],Chattah A K[1 2]
[1] *Facultad de Matemática Astronomía y Física - Universidad Nacional de Córdoba*
[2] *Instituto de Física Enrique Gaviola de Córdoba, CONICET-UNC*

En este trabajo presentamos experimentos de reversión temporal de Resonancia Magnética Nuclear (RMN), en sistemas de espines bajo la evolución del Hamiltoniano dipolar escaleado. Analizamos el eco de Loschmidt (LE) que en RMN es la señal de una excitación que, después de evolucionar con un hamiltoniano *forward*, se recupera por medio de una evolución *backward*. En los experimentos se utilizan dos muestras que representan sistemas de espines con diferentes redes de acoplamiento. Los protones en adamantano corresponden a una red infinita, mientras que el cristal líquido 5cb en la mesofase nemática representa un sistema de protones finito con un conjunto jerárquico de acoplamientos. Ponemos en práctica la evolución dipolar escaleada. En adamantano los resultados experimentales de los ecos de Loschmidt mostraron una dispersión de las tasas de atenuación que se correlacionan directamente con los factores de escala k, dando evidencia de que la decoherencia se rige en parte por la dinámica coherente. Se aplicó la teoría de Hamiltoniano promedio para dar una idea de la dinámica durante la secuencia de pulsos. Se observaron las coherencias cuánticas múltiples para diferentes valores del factor de escala k las cuales muestran una concordancia excelente cuando el tiempo se escalea correspondientemente. Esperamos, en el cristal líquido, encontrar una correspondencia entre la decoherencia evidenciada por el LE, con las evoluciones de las coherencias con distintos factores de escala.

References:

1. Sánchez, CM; Levstein, PR; Buljubasich, L; Pastawski, HM; Chattah; AK. (2016) in Press Quantum dynamics of excitations and decoherence in many-spin systems detected with Loschmidt echoes: its relation to their spreading through the Hilbert space. Phil. Trans. R. Soc. A. 20150155. http://dx.doi.org/10.1098/rsta.2015.0155

2. Buljubasich, L; Sánchez, CM; Levstein, PR; Dente, AD; Pastawski, HM; Chattah; AK. Journ. Chem. Phys. 143, 164308 (2015). Experimental quantication of decoherence via the Loschmidt Echo in a many spin system with scaled dipolar Hamiltonians.

3. Sánchez, CM; Acosta, RH; Levstein, PR; Pastawski, HM; Chattah; AK. Phys. Rev. A 90, 042122 (2014). Clustering and decoherence of correlated spins under double quantum dynamics.

## 93. Control Óptimo de un qubit de carga en un doble punto cuántico con una impureza Coulombiana

Acosta Coden D[1],Ferron A[1],Romero R H[1 2],Gomez S S[1 2]
[1] *Instituto de Modelado e Innovación Tecnológica, CONICET-UN del Noreste*
[2] *Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura - Universidad Nacional del Nordeste*

Se estudia la eficiencia de pulsos laser modulados para producir transiciones de la localización de carga, rápidas y eficientes, en un doble punto cuántico. Se utiliza el método de interacción de configuraciones para calcular la estructura electrónica de dos electrones en un punto cuántico acoplado dentro de la aproximación de masa efectiva. La interacción con el campo eléctrico del laser es considerada dentro de la aproximación dipolar y la teoría del control óptimo se aplica para diseñar pulsos ultrarápidos en muestras prístinas. Luego se evalua la influencia de de una impureza Coulombiana cargada sobre la eficiencia y la velocidad de los pulsos. Finalmente se propone el control de sistema mediante un protocolo basado en la optimización de dos pasos (la inicialización y la operación dle mismo) para preservar las ventajas del caso sin impurezas.

## 94. Crossover dimensional en cuantificadores de entrelazamiento para el modelo de Calogero.

Garagiola M[1],Cuetas E[1],Pont F M[1],Serra P[1],Osenda O[1]
[1] *Facultad de Matemática Astronomía y Física - Universidad Nacional de Córdoba*

En el presente trabajo se estudian los números de ocupación y la entropía de von Neumann del estado fundamental del modelo de Calogero de dos partículas en una y dos dimensiones como función del parámetro de interacción.

Mostramos que en el caso unidimensional la entropía de von Neumann tiene un comportamiento no monótono y en el límite de interacción fuerte converge a un valor finito el cual puede ser calculado en forma exacta. En el caso de dos dimensiones se analizaron los casos de confinamiento isotrópico y anisotrópico. Para el caso isotrópico se muestra que la entropía de von Neumann es una función divergente del parámetro de interacción. Para ambos casos se derivó a partir de la aproximación armónica en el régimen de interacción fuerte, la descomposición de Schmidt de la matriz densidad reducida de una partícula y se analizó el comportamiento de dicha entropía como función del parámetro de anisotropía en el potencial de confinamiento armónico.

Se observa que a medida que nos acercamos al confinamiento isotrópico la entropía diverge logarítmicamente mientras que para parámetros de anisotropía grandes se obtiene el resultado unidimensional, indicando un crossover dimensional en este cuantificador de entrelazamiento.

## 95. Eco de Loschmidt en un Punto Cuántico Caótico bajo Campos Fluctuantes. Implementación del Modelo de "Quantum Drifts".

Ferreyra-Ortega M A[1 2],Fernández-Alcázar L[1 2],Pastawski H M[1 2]
[1] *Instituto de Física Enrique Gaviola de Córdoba, CONICET-UNC*
[2] *Facultad de Matemática Astronomía y Física - Universidad Nacional de Córdoba*

El eco de Loschmidt[1] representa la densidad de probabilidad recuperada después de un procedimiento de reversión temporal. Esta reversión se logra haciendo evolucionar un paquete de ondas con un Hamiltoniano $H$ durante un tiempo $t$, y luego imponiendo un Hamiltoniano $-H + S$, donde $S$ es la porción no controlada. El eco se forma al tiempo $2t$. Para tiempos muy cortos, el eco decae cuadráticamente con $S$, en acuerdo con la teoría de perturbaciones. A

tiempos intermedios se evidencia un decaimiento exponencial cuya tasa está dada por la Regla de Oro de Fermi ($1/\tau_{FGR}$, que a su vez resulta cuadrática en $S$).

El análisis semiclásico ha demostrado que en sistemas clásicamente caóticos, como un estadio o un billar de Bunimovich, la tasa de decaimiento del eco crece linealmente con el valor de la perturbación hasta saturar en el máximo exponente de Lyapunov $\lambda$ del sistema clásico. Para valores muy grandes de $S$, la tasa crece nuevamente. Tal comportamiento ha sido reiteradamente confirmado numéricamente usando perturbaciones $S$ Hamiltonianas. Sin embargo, la situación más usual ocurre cuando la perturbación $S$ no es Hamiltoniana (por ejemplo, debida a la presencia de un ambiente). En particular, consideramos acoplamientos locales con ambientes externos, tal como la descripta en el modelo D'Amato-Pastawski para la decoherencia en el transporte electrónico. Tal perturbación se logra mediante energías de sitio que fluctúan en el tiempo a través del modelo de Corrimientos Cuánticos[2] ("Quantum Drifts").

En este trabajo evaluamos la dependencia temporal del eco para distintas perturbaciones. Evaluamos la tasa de decaimiento del eco de Loschmidt $1/\tau_\varphi$ como la correspondiente al tiempo para el cual se recupera una fracción de excitación fija. El eco se compara con el ajuste exponencial para esa tasa. Se verifican las condiciones en que el tiempo de decaimiento puede ser descripto por $\tau_\varphi(S) = \tau_{FGR}(S) + \tau_\lambda$.

[1] A. Gousev, R. A. Jalabert, H. M. Pastawski y D. A. Wisniacki. "Loschmidt Echo". Scholarpedia 7, 11687 (2012); issn 1941-6016; http://www.scholarpedia.org/article/Loschmidt_echo.

[2] L. Fernández-Alcázar y H. M. Pastawski. "Decoherent time-dependent transport beyond the Landauer-Büttiker formulation: A quantum-drift alternative to quantum jumps". Phys. Rev. A 91, 022117 (2015).

## 96. Eficiencia de conjuntos completos de mediciones mutuamente no sesgadas en dimensiones enteras.

Perito I[1],Roncaglia A[1],Bendersky A[2]

[1] *Instituto de Física de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales CONICET- Universidad de Buenos Aires*

[2] *Departamento de Computación, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad de Buenos Aires*

Dos bases ortonormales de estados se dicen no sesgadas cuando el producto interno entre estados que pertenecen a diferentes bases de dicho conjunto tiene módulo constante. Si es posible encontrar un conjunto completo de bases mutuamente no sesgadas ($d+1$ bases no sesgadas de a pares, donde $d$ es la dimensión del espacio de Hilbert en cuestión), una medición sobre cada uno de los observables asociado a cada base será suficiente para caracterizar cualquier estado cuántico. Un ejemplo sencillo de ello son los tres operadores de Pauli para un sistema de *spin* $1/2$, cuyas bases de autoestados resultan mutuamente no sesgadas.

La construcción de un conjunto de $d+1$ bases mutuamente no sesgadas (*MUBs*, por sus siglas en inglés) es conocida siempre que la dimensión del espacio de Hilbert sea la potencia de un número primo. En el caso general, siempre resulta posible construir un conjunto completo de $d+1$ mediciones mutuamente no sesgadas (*MUMs*, por sus siglas en inglés), las cuales constituyen una generalización de las *MUBs* para operadores de rango mayor que 1. La eficiencia de un conjunto de *MUMs* (que queda determinada una vez construido el conjunto) cuantifica qué tan factible será caracterizar un estado físico arbitrario a partir de mediciones sobre los elementos de dicho conjunto. El interrogante (aún abierto) sobre la existencia de conjuntos de *MUBs* en dimensiones

que no sean potencias de números primos se traduce entonces en si el máximo valor posible de la eficiencia se realiza o no en dichas dimensiones.

Como dijimos, las *MUBs* son óptimas en un sentido informacional, pues permiten caracterizar estados arbitrarios a partir de mediciones sobre sus observables asociados. En efecto, en dimensiones que son potencias de números primos, estas construcciones permiten diseñar protocolos selectivos y eficientes de tomografía de procesos cuánticos. Por esta razón, estudiar cómo mejorar la eficiencia de conjuntos de *MUMs* conocidos no es sólo relevante para el difícil problema de la existencia de *MUBs* en dimensiones arbitrarias sino también para obtener mejores protocolos tomográficos en esos casos. En este trabajo estudiaremos, tanto analítica como numéricamente, los distintos mecanismos que regulan la eficiencia de conjuntos completos de mediciones mutuamente no sesgadas en dimensiones arbitrarias, enfocándonos en el caso más relevante de dimensiones que no son potencias de un número primo.

## 97. Entrelazamiento en sistemas dimerizados de espin s

Rossignoli R[1 2],Boette A[1],Canosa N[1],Matera J[1]

[1] *Departamento de Física e Instituto de Física La Plata (IFLP, CCT La Plata, CONICET-UNLP), Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Plata, CC 67, 1900 La Plata, Argentina*

[2] *Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires*

Sobre la base de una aproximación de campo medio generalizada basada en pares, se analiza el comportamiento con el espin y el campo magnético del entrelazamiento de pares en cadenas dimerizadas de espin s con acoplamientos tipo XY. Se muestra que el sistema puede exhibir sucesivas fases dimerizadas al aumentar el campo, caracterizadas por un entrelazamiento decreciente, separadas por zonas no dimerizadas con ruptura de simetría de paridad y entrelazamiento débil. Se analiza también el comportamiento del entrelazamiento del par con el resto del sistema y la magnetización. Los resultados de la aproximación muestran un buen acuerdo con los exactos y difieren sustancialmente de los predichos por aproximaciones convencionales de campo medio. Se analiza finalmente el límite de espín alto.

## 98. Entrelazamiento en sistemas fermiónicos

Gigena N A[1],Rossignoli R[1]

[1] *Instituto de Física, Facultad de Cs. Exactas, Universidad Nacional de La Plata*

Se estudia el entrelazamiento en estados puros y mixtos de sistemas fermiónicos con espacio de Hilbert de una partícula $\mathcal{H}$ y con un número de fermiones no necesariamente fijo. Se considera primero el entrelazamiento entre un modo en $\mathcal{H}$ y su complemento ortogonal, y se define la entropía de entrelazamiento para esta partición. Luego se introduce la suma de esta cantidad sobre todos los modos de una base determinada de $\mathcal{H}$ como una medida del entrelazamiento total del sistema respecto de la base elegida, y se muestra que su mínimo sobre todas las bases posibles es función de la matriz densidad de un cuerpo. Además se muestra que, si en la optimización se incluyen bases relacionadas mediante transformaciones de Bogoliubov, entonces el entrelazamiento es función de la matriz densidad de un cuerpo generalizada. Estos resultados se aplican luego al estudio del entrelazamiento en sistemas con $\dim(\mathcal{H}) = 4$. Para estados puros generales se introduce un análogo fermiónico de la concurrencia que generaliza resultados ya obtenidos para sistemas de dos fermiones, y se muestra que la entropía de entrelazamiento definida anteriormente se relaciona con esta concurrencia mediante una expresión análoga a la ya conocida para estados

de dos qubits. Finalmente la definición de concurrencia se extiende a estados mezcla y se deriva una expresión analítica exacta para la misma.

## 99. Entrelazamiento sistema-tiempo en un modelo discreto de evolución cuántica

Boette A[1],Rossignoli R[1],Gigena N[1],Cerezo M[1]
[1] *Instituto de Física, Facultad de Cs. Exactas, Universidad Nacional de La Plata*

Se presenta un modelo discreto de evolución cuántica basada en correlaciones entre el sistema de estudio y un reloj cuántico de referencia, presentes en un estado que describe la 'historia' global del sistema. A través del mismo, se introduce el concepto de entrelazamiento sistema-tiempo como una medida de la distinguibilidad de la evolución cuántica. Esta cantidad, como es de esperarse, se anula para estados estacionarios y es máxima para sistemas que saltan a un nuevo estado ortogonal en cada paso temporal.

En el caso de un Hamiltoniano constante, se obtiene un circuito cuántico capaz de representar la evolución de $2^n$ pasos de tiempo en términos de sólo $n$ qubits de tiempo y $n$ control gates. El entrelazamiento resultante queda determinado por la distribución sobre los distintos autoestados de energía y satisface, en el caso de una evolución cíclica, un principio de incerteza entrópico entre energía y tiempo.

A su vez, se examina la evolución de estados mixtos y se proveen expresiones analíticas tanto para el caso básico de 'qubit clock', como para el límite continuo de la evolución entre dos estados.

## 100. Entropía de entrelazamiento de dos partículas en una trampa armónica anisotrópica en el límite de interacción fuerte.

Cuestas E[1 2],Garagiola M[1 2],Pont F[1 2],Osenda O[1 2],Serra P[1 2]
[1] *Instituto de Física Enrique Gaviola de Córdoba, CONICET-UNC*
[2] *Facultad de Matemática Astronomía y Física - Universidad Nacional de Córdoba*

En el presente trabajo estudiamos la entropía de von Neumann como medida del entrelazamiento cuántico de dos partículas fuertemente interactuantes vía potenciales de tipo potencia inversa y potencia inversa apantallado como función de los parámetros del problema. Mostramos que para los dos tipos de interacción el comportamiento de la entropía es fundamentalmente distinto, tanto en función de los parámetros como de la dimensión.

En el caso del potencial de interacción no apantallado, independientemente de la potencia del potencial de interacción, la entropía de von Neumann disminuye con la anisotropía de la trampa. Mostramos además que en el límite de interacción fuerte, la entropía de von Neumann diverge logarítmicamente cuando el sistema es mas isotrópico para dimensiones mayores que uno.

Cuando incluimos apantallamiento exponencial la entropía de entrelazamiento diverge logarítmicamente para parámetros de interacción lo suficientemente grandes, en todas las dimensiones e independientemente del parámetro de anisotropía y de la potencia del potencial de interacción.

## 101. Factorización en sistemas de espines con campos e interacciones generales.

Cerezo de la Roca M V S[1 2],Rossignoli R[1 2 3],Canosa N[1 2]
[1] *Instituto de Física de La Plata, CONICET*
[2] *Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Plata*
[3] *Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires*

Los sistemas de espines interactuantes han atraído considerable atención pues se ha demostrado que pueden ser utilizados para realizar tareas de procesamiento de información y de simulación de sistemas cuánticos. Los autoestados de estos sistemas, aun en presencia de un campo magnético externo son típicamente estados entrelazados. Sin embargo, una de las características más excepcionales de estos sistemas es que bajo ciertas condiciones pueden poseer un estado fundamental factorizado completamente separable. El notable fenómeno de factorización ha sido estudiado en sistemas de espines inmersos en un campo transverso uniforme. Recientemente, hemos investigado modelos con campo uniforme no transverso, donde hemos demostrado que un estado fundamental uniforme, no degenerado y completamente separable puede existir tanto en sistemas ferromagnéticos como antiferromagnéticos. Estos resultados nos han llevado a estudiar la factorización de sistemas de espines inmersos en campos generales no necesariamente uniformes ni transversos, obteniendo resultados analíticos rigurosos que aseguran la existencia de factorización en condiciones muy generales. A su vez, hemos propuesto esquemas de ingeniería de estados separables que pueden ser realizados si se posee cierto control sobre los campos y los acoplamientos. En este contexto, también demostramos que el entrelazamiento de pares, que es nulo en la factorización, posee alcance máximo para pequeñas perturbaciones en los campo aplicado o en los acoplamientos.

## 102. Funciones Lagunares y Series de Fourier

Rojas T A[1],Nieva J L[1],Leguizamon C[1],Peralta J[1]
[1] *Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad Nacional de Catamarca*

En análisis complejo, una función lagunar o lacunar, también llamada serie lagunar es una función analítica que no puede extenderse analíticamente a ninguna región fuera del radio de convergencia en que está definida una serie de potencias que la representa. La teoría de las series de Fourier lacunar, desarrollada por Banach, Kolmogorov, Sidón, Zygmund y otros, analiza las propiedades extraordinarias que tales series poseen. La serie de Fourier para una función acotada converge absolutamente si la función tiene una serie de Fourier lacunar; una función integrable es cuadrado integrable si su serie de Fourier es lacunar. Muchos teoremas muestran que funciones muy generales sobre conjuntos lacunares pueden ser representados por transformada de Fourier o de Fourier-Stieltjes. En este trabajo se pretende mostrar la relación que tiene este tipo de serie con la convergencia en espacios generales de la serie de Fourier

## 103. Integrales Singulares y Convergencia

Rojas T A[1],Nieva J L[1],Bizzotto M A[1],Arias C E[1]
[1] *Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad Nacional de Catamarca*

En este trabajo se realiza un análisis de la teoría de integrales singulares, haciendo énfasis en la teoría de estas integrales desarrollada por de Calderón-Zygmund, con el objeto de analizar específicamente los operadores usados en las integrales singulares y su aplicación al análisis de la

convergencia del desarrollo en serie de Fourier en espacios de funciones integrables en espacios de Lebesgue.

## 104. La interacción de la materia y un campo electromagnético como un juego cuántico

Kowalski A M[1]
[1] *Instituto de Física, Facultad de Cs. Exactas, Universidad Nacional de La Plata*

La dinámica de un sistema de dos niveles interactuando con un campo electromagnético clásico, es pensada como un juego entre un jugador cuántico y clásico, cuyas estrategias residen en la elección de las condiciones iniciales. Se consideran, estados cuánticos con overlapping parcial y estados ortogonales (distinguibles).

## 105. Manipulación Coherente de estados electrónicos en arreglos de puntos cuánticos

Acosta Coden D[1],Ferron A[1],Romero R H[1 2],Osenda O[3 4],Gomez S S[1 5]
[1] *Instituto de Modelado e Innovación Tecnológica, CONICET-UN del Noreste*
[2] *Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura- Universidad Nacional del Nordeste*
[3] *Instituto de Física Enrique Gaviola de Córdoba, CONICET-UNC*
[4] *Facultad de Matemática Astronomía y Física - Universidad Nacional de Córdoba*
[5] *Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura - Universidad Nacional del Nordeste*

En este trabajo estudiamos estrategias de control coherente relevantes para la computación cuántica utilizando el espín y la carga de un sistema de dos o tres electrones en arreglos de puntos cuánticos bidimensionales lateralmente acoplados. Por medio de la diagonalización exacta (partiendo de los elementos de una partícula obtenidos con bases Gaussianas) se calcula el espectro de energía y función de onda del sistema usando potenciales realistas que modelan puntos cuánticos semiconductores definidos electroestáticamente. Finalmente se estudia la dinámica variando los distintos parámetros que definen el sistema de acuerdo a la prescripción dada por la interferometría de Landau-Zener-Stuckelberg, el Composite Pulse y Control Óptimo y se compara la eficiencia y la eficacia de los distintos resultados. Nuestro estudio sugiere que es posible sintonizar distintos estados espín-orbitales, logrando altas fidelidades y tiempos compatibles con los requerimientos experimentales actuales, utilizando medios puramente electrostáticos.

## 106. Medidas de correlaciones cuánticas a partir de entropías generalizadas

Portesi M[1],Bellomo G[1],Bosyk G M[1],Holik F[1],Lamberti P W[2],Zozor S[3]
[1] *Instituto de Física de La Plata, CONICET*
[2] *Facultad de Matemática, Astronomía y Física, Universidad Nacional de Córdoba*
[3] *Gipsa-lab, Grenoble, Francia*

Estudiamos las propiedades de entropías cuánticas generalizadas inspiradas en las $(h, \phi)$-funcionales que habían sido introducidas por Salicrú para distribuciones clásicas. Las versiones cuánticas proveen una gran familia de formas entrópicas, y comprenden algunas ya conocidas como la de von Neumann y otras. Analizamos el comportamiento bajo la acción de operaciones cuánticas. Para ciertas subfamilias, discutimos el problema de detección de entrelazamiento y la aplicación como medida de correlaciones cuánticas para sistemas bipartitos.

## 107. Probabilidad de Supervivencia y Entropía de Estados Resonantes

Giovenale N A[1],Osenda O[1 2]
[1] *Instituto de Fisica Enrique Gaviola*
[2] *Facultad de Matemática Astronomía y Física - Universidad Nacional de Córdoba*

En este trabajo se estudian sistemas que presentan estados resonantes. El objetivo del mismo es el de entender la relación entre la entropía asociada a estados resonantes, la cual es independiente del tiempo, y la entropía dependiente del tiempo que se obtiene a partir de la evolución temporal de un estado inicial localizado. Para ello, se analizará un modelo relativamente simple de dos partículas (fermiones) interactuando entre si, las cuales se encuentran en un potencial de confinamiento. El análisis comprende la obtención de soluciones aproximadas para el espectro y autofunciones del Hamiltoniano, junto con su entropía, además de la integración numérica de la ecuación de Schrödinger dependiente del tiempo. El análisis se realiza cerca de la zona de ionización, es decir, en la región donde el potencial de confinamiento no es suficientemente atractivo para que exista un estado de dos partículas ligadas.

## 108. Pureza condicional y medidas de correlaciones cuánticas en estados mixtos de dos qubits

Rebón L[1 2],Rossignoli R[1 3 2],Varga J J M[4],Gigena N[1 2],Canosa N[1 2],Iemmi C[4],Ledesma S[4]
[1] *Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Plata*
[2] *Instituto de Física de La Plata, CONICET*
[3] *Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires*
[4] *Laboratorio de Procesado de Imágenes - Departamento de Física - Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad de Buenos Aires*

Se derivan expresiones analíticas para la pureza condicional local, la discordia, y otras medidas de correlaciones cuánticas, en estados mixtos de dos qubits, obtenidas como resultado de una medida proyectiva local remota. Estos estados, de relevancia para la descripción de estados de pares de espines en cadenas de espines interactuantes, en presencia de un campo magnético transverso, pueden ser obtenidos experimentalmente a partir de un par de fotones con idéntica polarización. Se analizan y muestran resultados experimentales de la discordia cuántica, la pureza condicional, y otras medidas relacionadas de correlaciones cuánticas en dichos estados. Se verifican experimentalmente las expresiones analíticas encontradas.

## 109. Two distinguishable particles Interacting with a quantum bath is not only decoherence producing

Nizama M[1 2],Cáceres M O[1]
[1] *Centro Atómico Bariloche, CNEA, Instituto Balseiro, U. Nac. de Cuyo y CONICET, Bariloche*
[2] *Departamento de Física, Universidad Nacional del Comahue, Neuquén, Argentina*

We have analyzed two distinguishable particles, in a one-dimensional lattice, interacting with a quantum bath. The distinguishable particles are studied analytically using the quantum master equation, in a Markovian approach. We show that for temperature T ¿0 the time-evolution of the reduced density matrix cannot be written as the direct product of two independent-particle reduced density matrix. We have found a time-scale that characterizes the time when the bath-induced correlation is maximum before being wiped out by dissipation (purity). We have introduced a phase space distribution function (A Wigner-like distribution) associated to the Wannier lattice.

This has been introduced to analyze the quantumness of correlations induced by the thermal bath. These results say that a Gaussian bell for the profile of particles is not obtained and an interference pattern is observed as the result of bath induced coherence. As the temperature of bath vanishes the ballistic behavior of the tight-binding model is recovered.

# MATERIA CONDENSADA I

## FÍSICA DE SUPERFICIES, FÍSICO-QUÍMICA Y FÍSICA DE POLÍMEROS

MARTES 04 14:00 - 16:00 hs y 17:30 - 18:00 y MIÉRCOLES 05 14:30 - 16:30 hs. Block 1 y Block 2

### 110. Adsorción de $CO$ sobre $Pt_{13}$ (Oh) depositado en $TiO_2$ (110)- Estudio AB INITIO

Maldonado A[1 2],Morgade C[3 4 5],Ramos S[1 2],Cabeza G[3 4]

[1] *Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional del Comahue*

[2] *Instituto de Investigación y Desarrollo en Ingeniería de Procesos, Biotecnología y Energías Alternativas - CONICET - UNCo*

[3] *Departamento de Física, Universidad Nacional del Sur*

[4] *IFISUR, Universidad Nacional del Sur, CONICET, Departamento de Física, Av. Alem 1253, 8000 Bahía Blanca, Argentina*

[5] *Facultad Regional Bahia Blanca, Universidad Tecnologica Nacional*

El $TiO_2$ es un material ampliamente utilizado en una gran diversidad de aplicaciones tecnológicas, en especial las referidas a procesos de catálisis heterogénea. En estos desarrollos suele utilizarse el $TiO_2$ como soporte de catalizadores metálicos como el $Pt$ que suelen mejorar la sensibilidad. Teniendo en cuenta que el $Pt$ metálico cristaliza a nivel bulk en una estructura FCC, se puso el acento en el estudio del $Pt_{13}$ en la geometría octaédrica (Oh) que presenta el cluster más pequeño de capa atómica cerrada. En este trabajo se utiliza un método de modelado ab initio DFT + U para estudiar las propiedades energéticas y estructurales del $Pt_{13}$ (Oh) depositado sobre la superficie $TiO_2$ (110) rutilo. Se determinaron las geometrías de equilibrio del cluster aislado y del cluster depositado en la superficie, observándose en este último caso una fuerte restructuración geométrica. A partir de estas configuraciones de equilibrio se obtuvieron, las energías de adsorción, los efectos de transferencia de carga y la densidad de estados electrónica para caracterizar los diferentes aspectos de la interacción metal-óxido. Se evaluaron los cambios que se producen en estas propiedades, al adsorberse una molécula de $CO$ sobre el cluster de platino, con la intención de analizar la actividad potencial de estos sistemas en la oxidación de $CO$.

## 111. Análisis de la energía de interacción de H y Li en Grafeno y Aluminio. Un estudio ab-initio

García E[1],Gomez Carrilo C[2],Goldberg E[1]
[1] *Instituto de Física del Litoral (CONICET-UNL)*
[2] *Facultad de Ingenieria Quimica*

En la interacción entre superficies y átomos/moléculas se observan procesos como adsorción, disociación de moléculas, difusión, entre otros. Estas interacciones pueden alterar las propiedades de reactividad química de los adsorbatos y sustratos definiendo situaciones de adsorción física y química que abren la posibilidad de funcionalizar al sistema combinado adsorbato/sustrato para fines específicos como por ejemplo procesos catalíticos y transporte electrónico a través de moléculas. Es por ello que la adsorción de diferentes átomos o moléculas en superficies de distintos tipos es uno de los temas de interés para la Física de Superficies, teniendo como uno de los objetivos la predicción del sitio y energía de adsorción.
Para el entendimiento general de procesos de interacción, como es el caso de la adsorción de átomos (moléculas) sobre superficies, es necesario el estudio por medio de modelos que de una manera más accesible expliquen las interacciones y posibles enlaces entre los estados del adsorbato y del sustrato. El cálculo a partir de métodos *ab-initio*-DFT es una excelente alternativa para obtener resultados cuantitativamente precisos en sistemas complejos. No obstante, en general no permiten extraer información sobre los términos de acoplamiento discriminados por estado y sitio. Desde este punto de vista, el Modelo de Enlace de a Pares desarrollado en nuestro grupo [1,2], constituye una herramienta que permite el cálculo sin parametrizaciones de términos de acoplamiento que pueden ser transferidos a cálculos dinámicos. Por otra parte, existen innumerables ejemplos de problemas de impurezas, sistemas adsorbidos o inclusive de transferencia dinámica de carga en los que la correlación fuerte entre electrones juega un papel trascendente y en los que la necesidad de disponer de un modelo de interacción que permita la incorporación de tales efectos se vuelve imprescindible.
En este trabajo, hacemos uso del Modelo de Enlaces de a Pares el cual generaliza el Hamiltoniano de interacción propuesto por Anderson. Este modelo permite una clara identificación de cada uno de los términos que intervienen en la energía de interacción así como también abre la posibilidad de incorporar efectos de correlación fuerte en el adsorbato. El modelo necesita las funciones de onda y las densidades de estados de la superficie para su desarrollo, siendo así enmarcado entre los métodos de estudio *ab-initio*. La resolución del Hamiltoniano modelo se realiza buscando la autoconsistencia sobre los números de ocupación. La energía de interacción se calcula como la diferencia entre el valor medio del Hamiltoniano efectivo para una posición R del adsorbato y su correspondiente valor cuando los sistemas están separados. El objetivo final es estudiar problemas de adsorción de átomos (alcalinos) en superficies. Hemos adaptado (y mejorado) el Modelo de Enlaces de a Pares incorporando la densidad de estados del sustrato (DOS) correcta obtenida con el cálculo de FIREBALL, donde las densidades locales y parciales de estado se obtienen a partir de un modelo *ab-initio* usando DFT (Density Functional Theory). La resolución del Hamiltoniano y el proceso autoconsistente que define los números de ocupación se realiza en aproximación Hartree-Fock.
Analizamos energías de interacción, niveles de energía y ocupaciones de H y Li en Grafeno y Aluminio, con el fin de testear la versatilidad del código de cálculo desarrollado. Estos resultados muestran suficiente solvencia en la descripción de las interacciones entre átomos y superficies y nos dan el puntapié inicial para seguir avanzando, y de esta manera poder considerar sis-

temas más complejos como la adsorción de moléculas en superficies, además de ir más allá de la aproximación Hartree-Fock y considerar efectos de correlación fuerte en las especies adsorbidas.

[1] P. G. Bolcatto, E. C. Goldebrg, M. C. G. Passeggi, Phys. Rev. A50 (1994) 4642.
[2] P. G. Bolcatto, E. C. Goldebrg, M. C. G. Passeggi, Phys. Rev. B58 (1998) 5007.

## 112. Análisis de la estabilidad del método de Lifshitz-van der Waals/Ácido-Base para determinar la energía superficial en sólidos

Schuster J M[1] [2],Moreno A D[1],Manzur J O[1],Rosenberger M R[1],Schvezov C E[1]
[1] *Instituto de Materiales de Misiones (CONICET-UNaM). Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales (FCEQyN)*
[2] *Instituto de Tecnología Jorge A. Sabato - UNSAM*

La determinación directa de la energía libre superficial (ELS) de un sólido es inaccesible experimentalmente, por lo tanto, se debe estimar a través de diferentes modelos teóricos. En general se reconoce que la medición del ángulo de contacto (AC) por el método de la gota sésil es la forma más práctica para estimar la ELS. Entre los modelos teóricos más usados en la actualidad se encuentra el de Lifshitz-van der Waals/Ácido-Base, en este modelo la ELS se considera como la suma de una componente apolar Lifshitz van der Waals ($\gamma i^{LW}$) y una componente polar ácido-base de Lewis ($\gamma i^{AB}$), esta última se subdivide en una componente donante de electrones ($\gamma i^{-}$) y un componente aceptora de electrones($\gamma i^{+}$) según la relación: $\gamma i^{AB} = 2 * \sqrt{(\gamma i^{-} \gamma i^{+})}$.

Con el fin de determinar la ELS y sus componentes ($\gamma s^{LW}$, $\gamma s^{-}$, $\gamma s^{+}$) de un determinado sólido se deben medir los AC de al menos tres líquidos con componentes conocidas de la tensión superficial ($\gamma l^{LW}$, $\gamma l^{-}$, $\gamma l^{+}$) y se resuelve un sistema de tres ecuaciones linealizado obteniéndose los valores de las variables que corresponden a $\sqrt{(\gamma s^{LW})}$, $\sqrt{(\gamma s^{-})}$, $\sqrt{(\gamma s^{+})}$. Se ha reportado en la bibliografía que los valores hallados dependen fuertemente de los líquidos que se utilizan y son muy sensibles a los errores experimentales en la determinación del AC de los mismos, obteniéndose casos extremos como por ejemplo valores negativos.

Para evaluar la inestabilidad matemática del sistema se calcularon los números de condición de las matrices que contienen como coeficientes a los valores de tensión superficial y componentes de cada uno de los líquidos del triplete de líquidos elegido. Los líquidos que se utilizaron (en tripletes) fueron: agua, diyodometano, etilenglicol, glicerol, formamida y dimetilsulfóxido. Los números de condición para cada triplete se calcularon a partir de la utilización de diferentes normas inducidas por producto interior en particular: euclidiana, columna, fila y traza. Un número de condición grande implica una alta inestabilidad del sistema de ecuaciones. La importancia de apelar a las diferentes normas radica en que cada una de ellas utiliza la información de los coeficientes del sistema de manera diferente. También, para cada triplete en particular se calculó la ELS y sus componentes de superficies de politetrafluoroetileno (Teflón) y Poliamida 6 (Nylon).

Se encontró una buena correlación entre el aumento del número de condición para un triplete dado y la aparición de resultados sin sentido físico en el cálculo de la ELS tanto en el Teflon como en el Nylon. Se concluye que el cálculo del número de condición es un buen método para determinar a priori que triplete de líquido (de los que se dispone) es el mejor para estimar la ELS de un sólido determinado.

## 113. Cálculos de primeros principios de las propiedades vibracionales del germanane y germanene fluorado.

Rivera-Julio J[1 2],González-García A[3],González-Hernández R[3],Hernández-Nieves A D[1 2]
[1] *Centro Atómico Bariloche - CONICET, Comisión Nacional de Energía Atómica*
[2] *Instituto Balseiro - Universidad Nacional de Cuyo*
[3] *Grupo de Investigación en Física Aplicada, Departamento de Física, Universidad Del Norte, Barranquilla, Colombia*

Motivados por el gran interés que ha despertado el estudio de los sistemas bidimensionales y particularmente por la reciente síntesis y exfoliación de capas atómicas de Germanane (GeH) [1], [2], hemos estudiado las propiedades electrónicas y vibracionales del Germanane y Germanene Fluorado utilizando la teoría del funcional densidad DFT [3] y la teoría del funcional densidad perturbada DFPT [4]. Teniendo en cuenta que en el proceso de hidrogenación (Fluorización) es posible que se conformen diferentes configuraciones atómicas estables a temperatura ambiente, estudiamos posibles configuraciones [5]. A partir del cálculo de la relación de dispersión fonónica, analizamos la estabilidad de las configuraciones de menor energía. De esta manera fueron obtenidos los modos vibracionales característicos en el espacio q y sus respectivas simetrías para las diferentes configuraciones propuestas. Los cálculos permiten identificar las diferentes configuraciones atómicas utilizando espectrometría Raman.

[1] E. Bianco et al, ACS. Nano. 5 (2013) 4414.
[2] W. Amamou et al, 2D Mater. 2 (2015) 035012.
[3] P Hohenberg and W Kohn, Phys. Rev. B 136 (1964) 864.
[4] Baroni et al, Rev. Mod. Phy. 73 (2001) 515-562.
[5] O. Leenaerts et al, Phys Rev. B. 82 (2010) 195436.

## 114. Caracterización de electrodeposición de platino Sobre película delgada de titanio. Sistema Ti/Pt

Filippin F A[1],Argüello E R[1],Díaz E N[1]
[1] *Dep. Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Catamarca*

Los estudios de la deposición metálica son de particular interés ya que influyen fuertemente sobre el comportamiento y la morfología final de los depósitos metálicos generados. La posibilidad de controlar electroquímicamente la naturaleza química del depósito y sus características físicas resulta de interés para la preparación de nuevos materiales obteniendo catalizadores específicos y de alto rendimiento. La electrodeposición es una técnica adecuada para la preparación de nanoestructuras. El Titanio (Ti) tiene un amplio espectro de aplicaciones tecnológicas el cual es utilizado en diferentes campos de la industria, debido a que es un metal resistente a la corrosión, esta propiedad está asociada a la formación de una película pasiva en su superficie. La película de óxido pasiva está compuesta generalmente de dióxido de titanio (TiO2). Los electrodos de Ti y TiO2 se utilizan como ánodos o cátodos para las reacciones electroquímicas de interés tecnológico. Estos electrodos se pueden mejorar mediante el dopaje con metales nobles como el Platino (Pt). La deposición de Pt se puede realizar ya sea por la deposición directa de Pt sobre la película de óxido o por deposición de Pt en la superficie libre de óxido, seguido por el crecimiento anódico de la película del óxido. Este trabajo está enfocado en los estudios de la deposición metálica sobre electrodos de Ti modificado con Pt. Durante el desarrollo del mismo se utilizó un sustrato de vidrio recubierto por una lámina delgada de Ti y se realizó su modificación por la electrodeposición de Pt, con el método de potencial constante y a diferentes tiempos de deposición (1 ? td ? 10

segundos). Para caracterizar los electrodos se usaron técnicas electroquímicas convencionales y de caracterización de superficie, así como microscopía electrónica de barrido (SEM). Se observó que las micrografías obtenidas por SEM muestran la morfología del sustrato vidrio/Ti y sobre éste una distribución de nanopartículas de Pt, asimismo, el grado de dispersión de Pt sobre Ti disminuye con el aumento de td.

## 115. Caracterización de Materiales Nanoestructurados de Sílice mediante Simulación Monte Carlo

Yelpo V[1 2],Cornette V[1 2],Lopez R[1 2]
[1] *Instituto de Física Aplicada,CONICET-UNSL*
[2] *INFAP-Universidad Nacional de San Luis*

Los materiales mesoporosos ordenados (MMO) juegan un importante rol tecnológico debido a sus aplicaciones químicas, bioquímicas y medioambientales desempeñándose como soportes catalíticos y adsorbentes, particularmente en reacciones que involucran moléculas grandes En particular, materiales mesoporosos de sílice han atraído una gran atención en la ciencia de materiales debido a sus propiedades texturales y morfológicas tales como altas superficies específicas, grandes volúmenes de poro, estrecha distribución de tamaño de poro, poros de gran tamaño y estructura de poro regular . Como consecuencia, estas estructuras de sílice permiten el acceso a moléculas de gran tamaño y presentan mejores actividades catalíticas y capacidades de adsorción en comparación con los materiales microporosos. Entre los MMO se encuentra la SBA-15 (Santa Barbara Amorphous), uno de los más estudiados, no solo por su alta regularidad estructural, sino también por los diversos tamaños de poros y espesores de pared que pueden ser obtenidos en este tipo de materiales empleando condiciones apropiadas de síntesis. En este trabajo se proponen diferente modelos para modelar la superficie adsorbente y se caracterizan diferentes materiales mediante la determinación de la distribución de tamaños de poro y desde el punto de vista energético a través de la entalpía de Adsorción. Los resultados obtenidos por medio de simulación de Monte Carlo en el Gran Canónico son contrastados con datos experimentales obteniendo un muy buen acuerdo.

## 116. Caracterización de membranas poliméricas de intercambio protónico con aplicación en celdas de combustible

Andrada H E[1 2],Fernandez Bordin S[1 2],Marczynski E[3],Castellano G[1 2],Galván V[1 2],Carreras A[1 2]
[1] *Instituto de Física Enrique Gaviola de Córdoba, CONICET-UNC*
[2] *Facultad de Matemática, Astronomía y Física, Universidad Nacional de Córdoba*
[3] *Laboratório de Metalurgia Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul*

La membrana polimérica utilizada como electrolito es un componente clave en una celda de combustible de intercambio protónico (PEMFC). Una membrana óptima para su utilización en PEMFCs, debe tener una alta conductividad protónica, una baja conductividad electrónica, una baja permeabilidad al combustible, buenas estabilidades química y térmica, buenas propiedades mecánicas y un costo relativamente bajo. La tecnología actual de las PEMFCs está basada mayoritariamente en el uso de membranas perfluoradas, de un alto costo, que operan en condiciones de alta humedad y de bajas temperaturas (entre 50 y 80 C). Estas membranas no satisfacen las condiciones necesarias para una comercialización masiva de las PEMFCs, en su estado de desarrollo actual. Por lo tanto, un importante esfuerzo científico se dirige actualmente al desarrollo de membranas con un buen balance entre rendimiento, durabilidad y costo. Una de las membranas

más utilizadas es la de Nafion® fabricada por DuPont. Otras muy utilizadas en celdas de metanol o etanol directo (DMFC o DEFC) son las de polietercetona sulfonadas (SPEEK), fabricadas por la empresa Fumatech®, y que poseen una menor permeabilidad a los alcoholes, excelentes propiedades mecánicas, y una buena estabilidad térmica. En este trabajo se presenta un estudio de la estructura polimérica de membranas de intercambio protónico comerciales, Nafion 117 (Dupont), y E-750 y P-730 (Fumatech). En la caracterización de las muestras se utilizan las técnicas de dispersión de rayos X a bajo ángulo (SAXS), difracción de rayos X (XRD), microscopía electrónica de barrido (SEM), microanálisis con sonda de electrones (EPMA), microscopía de fuerza atómica (AFM), espectroscopía infrarroja con transformada de Fourier (FTIR), análisis termogravimétrico (TGA) y calorimetría diferencial de barrido (DCS).

## 117. Comportamiento electroquímico de un mediador redox en la superficie de un electrodo modificado

Gavilan Arriazu M[1],Paz Zanini V[1],Gulotta F[1],Araujo V[1],Pinto O[1]
[1] *Instituto de Bionanotecnologia,Universidad Nacional de Santiago del Estero*

En este trabajo se presenta el estudio de la electrosorción de una especie redox en un electrodo modificado mediante simulación de Monte carlo y análisis experimentales. La superficie de los electrodos se ve modificada por la adsorción irreversible de un no especie electroactiva. Esta especie es capaz de bloquear un porcentaje de los sitios de adsorción. Una segunda especie, electroactiva, es adsorbida en las sitios vacantes de la superficie. Ambas especies pueden interactuar lateralmente. Se utilizan modelos de gas de red y simulaciones de Monte Carlo en el conjunto Gran Canonico. El análisis llevado a cabo, se basa en el estudio de las isotermas de adsorción y voltamogramas, para varios valores de las energías y grados de adsorción de las especies no electroactivas. Para las mediciones experimentales, una arcilla artificial representa la especie no electroactiva mientras que la sonda redox Fe (CN) 3-(6) es el electroactivo. Los resultados obtenidos por el modelo propuesto son comparados con voltamogramas experimentales.

## 118. Comportamiento volumétrico de nanofluidos formados por $CeO_2$

Fontanals M[1],Janyistabro C[1],Camacho A[1],Mariano A[1 2]
[1] *Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional del Comahue*
[2] *CONICET - CCT Patagonia Norte*

Las suspensiones de partículas nanométricas en un fluido, es un sistema coloidal llamado comúnmente nanofluido. En los últimos años se ha encontrado que la adición de nanopartículas a un fluido produce cambios significativos en sus propiedades de transporte. El presente trabajo forma parte de un estudio realizado sobre muestras de nanofluidos, analizando la conductividad térmica, el comportamiento reológico y la densidad. En particular aquí se presenta la densidad de nanofluidos formados por nanopartículas de $CeO_2$, utilizando como fluido base etilenglicol, a temperaturas entre 20 y 50 °C. Las muestras de nanofluidos fueron preparadas por homogeinización ultrasónica y se evaluó la estabilidad de las mismas por espectrofotometría UV Visible. La morfología y distribución de tamaños se estudió por microscopía de transmisión electrónica (TEM). La determinación experimental de la densidad se realizó utilizando un densímetro de tubo vibrante modelo DMA HP y un DSA 5000 de la firma Anton Paar. Los resultados fueron satisfactoriamente ajustados a la ecuación de Redlich-Kister y se determinó que la densidad de las muestras de nanofluidos aumenta con la concentración de nanopartículas.

## 119. Densidad y Tensión Superficial del Sistema Binario Pronanoato de Propilo (1) + Octano (2)

Vespoli Vega I[1],Orozco M[1],Mussari L[1],Canzonieri S[1],Mariano A[1 2]
[1] *Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional del Comahue*
[2] *CONICET - CCT Patagonia Norte*

En este trabajo se presentan datos de densidad y la tensión superficial del sistema binario propanoato de propilo (1) + octano (2) en todo el rango de composiciones a 15, 25 y 35 °C y a presión atmosférica. Las densidades fueron determinadas con un densímetro y analizador de pulsos ultrasónicos Anton Paar DSA 5000 automáticamente termostatizado con una precisión de $\pm 0,01$ K. La incertidumbre en la medición de la densidad es de $\pm$ 0,00001 $g.cm^{-3}$. Las tensiones superficiales se midieron con un tensiómetro de volumen de gota LAUDA TVT 2, con una precisión de $\pm$ 0,01 $mN.m^{-1}$. A partir de los datos experimentales se calculó el volumen molar de exceso y la desviación de la tensión superficial. Estas magnitudes derivadas fueron ajustadas con la ecuación polinomial de Redlich-Kister y se empleó la ecuación de Jouyban-Acree para correlacionar las propiedades de la mezcla binaria. Adicionalmente, se aplicó la isoterma de adsorción de Gibbs para analizar la adsorción relativa de un componente respecto al otro en el sistema binario, utilizando el modelo de contribución de grupos UNIFAC modificado para evaluar los coeficientes de actividad de los componentes.

## 120. Determinación de la cantidad de gas absorbido o desorbido en un material sólido: detalles experimentales

Arneodo Larochette P[1],Castro F J[1]
[1] *Centro Atómico Bariloche - CONICET, Comisión Nacional de Energía Atómica*

Existen varias técnicas para estudiar procesos en los que un gas es absorbido o desorbido por un sólido. Entre ellas, son muy difundidas las que utilizan el método de Sieverts, debido a su simpleza conceptual. Este método se basa en la medición de variaciones de la presión del gas que interactúa con el sólido cuando el sistema está contenido en un recipiente cerrado. Efectivamente, todo proceso que involucre un traspaso del gas desde o hacia el sólido se traducirá en un cambio de presión del gas en el reactor. Midiendo dichos cambios en función del tiempo se puede, por ejemplo, determinar propiedades cinéticas o termodinámicas del proceso.

Una variante de este método permite realizar mediciones a una presión aproximadamente constante. Para ello se puede incorporar al equipo un controlador de flujo con el que se ingresa o extrae gas a medida que el proceso evoluciona. Como contrapartida, se pierde en parte la simpleza del análisis debido a la geometría interna de los controladores de flujo. Para poder medir y controlar el flujo de gas que pasa a través de ellos, estos aparatos tienen un volumen interno que forma parte de todo el sistema en el que se hace el balance del gas y que no necesariamente se encuentra a la misma presión.

En este trabajo se presenta en detalle la forma de medición y la estrategia de calibración de las variables relevantes en un aparato tipo Sieverts con controlador de flujo: los volúmenes en juego, la temperatura (que puede ser distinta en las diferentes partes del equipo), la presión y el flujo que mide el controlador.

## 121. Disipación de energía y radiación de transición producida por la interacción de partículas cargadas con una lámina de grafeno

Segui S[1 2],MiškoviZ L[3],Gervasoni J L[4 1 2],Arista N R[1 4]

[1] *Centro Atomico Bariloche - Comisión Nacional de Energía Atómica*

[2] *Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas*

[3] *Department of Applied Mathematics and Waterloo Institute for Nanotechnology, University of Waterloo (Canada)*

[4] *Instituto Balseiro - Universidad Nacional de Cuyo*

Presentamos una formulación completamente relativista de la pérdida de energía de una partícula cargada atravesando una lámina monoatómica y lo aplicamos al caso del grafeno en un microscopio electrónico de transmisión. Usamos dos modelos de conductividad adecuados para diferentes regímenes de frecuencias: (a) rango de frecuencias de THz, y (b) rango óptico. En cada rango distinguimos dos tipos de contribuciones a la pérdida de energía del electrón incidente: la energía depositada en el grafeno en forma de excitaciones electrónicas (pérdidas óhmicas), y la energía emitida en forma de radiación. Encontramos fuertes efectos relativistas en los espectros de pérdida de energía, que se manifiestan por ejemplo en el incremento de las alturas de los picos de plasmones $\pi$ y $\sigma + \pi$ observables en un TEM en el rango óptico. Mientras que las pérdidas de energía radiativa son suprimidas en el rango óptico en comparación con las pérdidas óhmicas, encontramos que estas dos contribuciones son comparables en magnitud en el rango de THz, sonde la respuesta del grafeno dopado es dominada por el plasmón polaritón de Dirac (DPP). En particular, las contribuciones relativas de las pérdidas de energía radiativas y óhmicas son fuertemente afectadas por el amortiguamiento del DPP. En el caso de grafeno puro con bajo amortiguamiento, la distribución angular del espectro radiado en frecuencias sub-THz exhiben una fuerte concentración hacia la superficie del grafeno, que podría observarse experimentalmente.

## 122. Distribución espacial del agua en membranas de Nafion 117 obtenida por RMN

Andrada H E[1 2],Acosta R H[1 2],Vaca Chávez F[1 2],Carreras A C[1 2]

[1] *Instituto de Física Enrique Gaviola (CONICET-UNC)*

[2] *Facultad de Matemática Astronomía y Física - Universidad Nacional de Córdoba*

Una de las tecnologías que ha tomado gran interés en las últimas décadas son las celdas de combustible, que son dispositivos electroquímicos que transforman la energía de una dada reacción química en energía eléctrica. La estructura básica de una celda de combustible de intercambio de protónico (PEMFC) consiste en un electrolito situado entre dos electrodos. El combustible (hidrógeno, metanol o etanol), se suministra a la celda a través de ductos y canales hasta el ánodo, al contacto con éste y en presencia de un catalizador se produce una reacción que separa los electrones (oxidación) y los protones. Los protones migran a través del electrolito desde el ánodo hasta el cátodo, mientras que los electrones fluyen por un circuito externo. El oxidante (oxígeno) reacciona con los protones y electrones (reducción) en el cátodo, produciendo agua y calor. El electrolito es una membrana conductora de protones que consiste de una delgada película de polímero. Una de las más utilizadas en PEMFCs es la membrana de Nafion® fabricada por DuPont. El Nafion tiene como base un polímero de polietileno que se modifica sustituyendo átomos de hidrógeno por átomos de flúor (perfluorinización), obteniendo un politetrafluoroetileno o PTFE (Teflón). Finalmente el polímero PTFE se sulfona y en uno de los lados de la cadena se añade un grupo sulfónico (SO3-). Debido a la presencia de estos iones (SO3- y H+) se forman

regiones o ?clusters? hidrofílicos dentro de la estructura del material y esto hace que pueda absorber agua. En estas regiones hidratadas, los protones son atraídos por los grupos sulfónicos y gracias a ello son capaces de moverse o ser transportados. La conducción o trasporte de protones en el Nafion aumenta a medida que se incrementa su contenido de agua. Es bien sabido que la técnica de Resonancia Magnética Nuclear (RMN) es utilizada en vastas áreas de investigación como una herramienta extremadamente útil para obtener información detallada sobre el orden molecular, la dinámica y estructura de una diversidad de materiales. En particular, la medición de tiempos de relajación spín-red (T1) y spín-spín (T2) es un método muy sensitivo que brinda información sobre la dinámica molecular y, en el caso de las membranas comerciales mencionadas, sobre la interacción que existe entre especies químicas dentro de los canales de conducción. De esta manera es posible correlacionar esta información con los resultados obtenidos de las mediciones de conductividad. En general, en materiales porosos el decaimiento de la magnetización nuclear no es monoexponencial sino que presenta una distribución de valores de T1 y T2. Esto se debe a la relajación superficial y de volumen (¨bulk¨). Así, de esas distribuciones es posible conocer cómo se distribuye el agua dentro de la membrana. Los experimentos se llevaron a cabo utilizando membranas poliméricas de Nafion 117 con distintos grados de humedad, entre 8 y 100 por ciento de humedad relativa, con el fin de estudiar las características fisicoquímicas (entornos químicos del agua, especies químicas involucradas, interacción entre la membrana y el agua, posibles mecanismos de conducción protónica, etc.). Estos estudios son novedosos, y de gran utilidad, ya que brindan mucha información sobre la estructura interna de las membranas, población de especies químicas y su interacción entre las mismas.

## 123. Efecto de la radiación UV en la energía libre superficial de películas de ácido poliláctico

Bher A R[1 2],Schuster J M[1 2],Rosenberger M R[1],Auras R A[3],Schvezov C E[1]

[1] *Instituto de Materiales de Misiones (CONICET-UNaM). Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales (FCEQyN)*

[2] *Instituto de Tecnología Jorge A. Sabato - UNSAM*

[3] *School of Packaging, Michigan State University.*

El polímero del ácido poliláctico (PLA) es un biopolímero que se obtiene a partir de la polimerización del ácido láctico (2-hidroxy propionic acid). Es un material que ha cobrado, en los últimos años, un gran interés debido a sus interesantes propiedades mecánicas, térmicas y de barrera para su aplicación en la medicina, agricultura y la industria del packaging especialmente, debido a su biodegradabilidad, compostabilidad y origen a partir de fuentes renovables. PLA es usado extensivamente en la intemperie donde está expuesto a radiación solar (UV-B and C) la que puede causar modificaciones superficiales y afectar sus propiedades finales tales como las mecánicas y de degradación. En este trabajo, el efecto de la radiación UV en la energía libre superficial del PLA fue evaluado. Un gramo de resina de PLA, IngeoTM 2003D de NatureWorks LLC, Nevada, Nebraska, fue disuelta en 50 mL de cloroformo (Biopack®). La disolución fue agitada por 60 minutos utilizando un agitador magnético y después fue depositada (con micropipeta) sobre un portaobjetos de vidrio y se dejó secar a ventilación natural durante 24 h. Se sintetizaron en total 15 muestras, las cuales fueron sometidas a los siguientes tratamientos de UV-C (Philips TUV 15W SLV/25): 0 $J/cm^2$ (T0), 25 $J/cm^2$ (T25), 50 $J/cm^2$ (T50), 75 $J/cm^2$ (T75) y 100 $J/cm^2$ (T100). Después de los tratamientos se procedió a la medición del ángulo de contacto (AC) de agua, formamida y diyodometano mediante la técnica de la gota sésil utilizando para ello un goniómetro fabricado y calibrado en los laboratorios del IMAM. A partir de los valores

de AC se calculó la energía libre superficial del sólido (ELS) utilizando el modelo teórico de la media geométrica (MG) y el de Lifshitz-van der Waals/Ácido-Base (LWAB). Se observó que el AC del agua disminuye con el aumento de la dosis de radiación UV desde 80° en T0 a 70° en T100. Ambos modelos predicen que la componente dispersiva de la ELS se mantiene constante (39 $mJ/m^2$) a pesar de los tratamientos. La estimación de la componente polar de la ELS es diferente en ambos modelos en los tratamientos T0 y T25, pero muy similar en T50, T75 y T100. Sin embargo, en ambos modelos se observa que aumenta la componente polar con el aumento de la dosis de radiación UV, desde 4 $mJ/m^2$ en T0 a 8 $mJ/m^2$ en T100 en el modelo MG y desde 0 $mJ/m^2$ en T0 a 8 $mJ/m^2$ en T100 en el modelo LWAB. Se concluye que es posible aumentar la hidrofilicidad del PLA con un tratamiento UV. La radiación UV cambia significativamente la componente polar de la ELS, lo que podría afectar substancialmente la mojabilidad y adhesión de microorganismos.

## 124. Efectos del solvente en las propiedades estructurales, electrónicas y cataliticas de láminas de grafeno dopadas con metales de transición

Aramburu V M[1],Lopez M B[1],Fasoli H J[2]

[1] *Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad Nacional de Catamarca*

[2] *Convenio Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Catamarca y Facultad de Ingeniería, Universidad Católica Argentina.*

El desempeño de dispositivos como las celdas de membrana de intercambio de protones (Proton Exchange Membrane Fuel Cells, PEMFC) y baterías de Oxigeno/litio depende esencialmente, entre otras cosas, de la cinética de la reacción de reducción de oxigeno (RRO). Por ello se hace necesario el estudio de nuevos catalizadores que aceleren dicho proceso en estos dispositivos. Numerosos trabajos establecen que materiales de carbono, especialmente los basados en grafeno, se proyectan como posibles catalizadores que podrían reemplazar a los basados metales nobles, materiales, que si bien son eficientes, son escasos y tienen un elevado costo, como el platino. Si bien la interacción de metales de transición con electrones 3d con láminas de grafeno cambia sus propiedades físicas y químicas, aun no se ha establecido las razones de la mayor capacidad catalítica de este material frente a la RRO. [1,2] En este trabajo se realiza un estudio utilizando la Teoría del Funcional de la Densidad según el código del Programa Gaussian09, de láminas de grafeno dopadas con Fe, Co y Ni, respectivamente. Se adopta el funcional PBE1PBE y los pseudopotenciales LANL2DZ para los átomos metálicos y las bases 6-31G++(d) para los átomos de carbono y oxígeno. Se analiza en una primera etapa la adsorción y disociación de oxígeno molecular sobre la lámina de grafeno dopada y se compara con una lámina de grafeno puro. Además, se emplea el modelo SCRF=PCM (Self-Consistent Reaction Field=Polarizable Continuum Model) para analizar le incidencia del solvente en el grafeno dopado [3]. Los resultados indican que en todos los casos la barrera de disociación de oxígeno disminuye en los sistemas dopados respecto a la lámina de grafeno puro. Los indicadores de reactividad varían por la presencia del solvente. Estos resultados nos permiten inferir que el grafeno dopado puede considerarse como un posible catalizador de la RRO.

1. D.-H. Lim, A.S. Negreira., J. Wilcox DFT studies on the interaction of defective Graphene-supported Fe and Al nanoparticles The Journal Physical Chemistry C Vol. 115 (2011) p. 8961-8970.

2. D.-H. Lim, J. Wilcox DFT-based study on oxygen adsorption on defective Graphene-supported Pt nanoparticles The Journal Physical Chemistry C Vol. 115 (2011) p. 22742-22747.

3. Y Jiao, Y Zheng, M Jaroniec, S Zhang Qiao. J. Origin of the Electrocatalytic Oxygen

Reduction Activity of Graphene-Based Catalysts: A Roadmap to Achieve the Best Performance Am. Chem. Soc. Vol. 136, (2014), p. 4394-4403.

## 125. Efectos de nanoconfinamiento en la adsorción electrostática de polielectrolitos

Albanese F[1],Saint André S[1],Tagliazucchi M[2],Soler Illia G[3]

[1] *Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad de Buenos Aires*

[2] *Ins. de Química Física de los Materiales, Medio Ambiente y Energía, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires*

[3] *Universidad Nacional de San Martín*

Los films mesoporosos son películas delgadas que presentan una estructura porosa ordenada. El diseño de materiales con dichas características y su posterior infiltración de polímeros se ha convertido en una área fértil de la ciencia en la última década, debido a sus posibles aplicaciones en el sector industrial, tales como transporte de fármacos [1], sensores [2] y membranas en bacterias [3] entre otras.

En este trabajo se tuvo como objetivo entender el proceso de infiltración de polielectrolitos en nanoporos. Para ello, fue necesaria la síntesis de films de silica mesoporosa ($SiO_2$) sobre sustratos de sílice e ITO (Indium tin oxide: Vidrios transparentes recubiertos en una cara con un material conductor) utilizando el método de dip coating. Dichas películas delgadas poseen un espesor del orden de los 100nm y poros del orden de los 10nm. Luego, se procedió a la caracterización de los mismos. Para ello, fueron utilizadas mediciones elipsometricas, de impedancia electroquímica, microscopia SEM, la observación de los ángulos de contacto y, por ultimo también, de espectrofotometría con el objetivo de realizar un análisis completo sobre las propiedades y características que presentan. Finalmente, se estudio la infiltración de los polímeros en nanocavidades variando las concentraciones de sal (0M de NaCl y 0,5M de NaCl) y el número de segmentos por cadena (fueron usados Polyallylamine hydrochloride, Polyacrylic acid, Polyxylylviologen y Benzylviologen). Debe destacarse que dichos polímeros generan una señal electroquímica en contacto con la superficie del ITO, permitiendo así evaluar la distribución espacial que poseen dentro de los poros.

En conclusión, se logró definir la configuración espacial que presentan los polímeros dentro de las nanocavidades, al variar parámetros como el número de segmentos del polímero y su concentración de sal (NaCl). Se encontró que un 99 % de las cadenas polimericas que entran al film, no logran difundir hasta la parte inferior de los poros. De esta forma se concluyó uno de los primeros análisis que hay en la bibliografía sobre la adsorción electrostática de polímeros en nanoporos cuyos diámetros son menores a los 10nm, abriendo así la puerta a estudios sobre la fabricación de materiales híbridos de óxido de silicio $SiO_2$ y Polyxylylviologen.

[1]Cauda, V.; Muhlstein, L.; Onida, B.; Bein, T. Microporous Mesoporous Mater. 2009, 118, 435.

[2] Melde, B. J.; Johnson, B. J.; Charles, P. T. Sensors 2008, 8, 5202.

[3] Wang, C.; Wang, D.; Wang, Q.; Wang, L. Electrochim. Acta 2010, 55, 6420.

## 126. Efectos de orientación cristalográfica en la probabilidad de emisión de electrónica producidos por la incidencia rasante de pulsos láser ultracortos sobre superficie de aluminio

Rios Rubiano C A[1],Della Picca R[1],Mitnik D[2],Silkin V[3 4 5],Gravielle M S[2]
[1] *Centro Atómico Bariloche - CONICET, Comisión Nacional de Energía Atómica*
[2] *Instituto de Astronomía y Física del Espacio, CONICET-UBA*
[3] *Donostia International Physics Center*
[4] *Universidad del País Vasco, San Sebastián España*
[5] *IKERBASQUE, Basque Foundation for Science, Bilbao, España*

Se investiga la influencia de la orientación cristalográfica de una superficie de un metal típico, como lo es aluminio, se calculan los espectros de emisión de electrones producidos por la incidencia rasante de pulsos láser ultracortos, utilizando la aproximación denominada band-structure-based-Volkov (BSB-V). Esta nueva versión del modelo BSB-V no sólo incluye una descripción realista de la interacción con la superficie, que incluye efectos de la estructura de bandas, sino que también incluye efectos debido al potencial inducido que se origina a partir de la respuesta dinámica de los electrones de la banda de valencia como respuesta al campo electromagnético incidente. Se aplica el modelo para evaluar las probabilidades diferenciales de emisión electrónica de la banda de valencia del Al(100) y Al(111). Se analizan por separado, y para ambas orientaciones cristalográficas, la contribución de los estados electrónicos parcialmente ocupados de la superficie y la influencia del potencial inducido tomando como parámetro la frecuencia portadora del láser. Además, con el fin de probar el rendimiento del método propuesto, los resultados se comparan con cálculos *ab initio* que se obtienen a partir de la solución de la ecuación de Schrödinger dependiente del tiempo.

## 127. Estadística fraccionaria aplicada al estudio de la adsorción de proteínas en multicapas

Takara A[1],Quiroga E[1],Matoz-Fernandez D A[1],Ochoa N A[1],Ramirez-Pastor A J[1]
[1] *INFAP-Universidad Nacional de San Luis*

La adsorción de proteínas sobre superficies sólidas ha sido ampliamente estudiada debido al rol que este fenómeno juega en numerosas aplicaciones industriales y biotecnológicas. En este marco, es fundamental el entendimiento de las interacciones involucradas en dicho proceso. Varias teorías han sido propuestas para modelar datos experimentales de sistemas que involucran la adsorción de proteínas. Entre las más comúnmente conocidas podemos citar la ecuación de Langmuir, desarrollada para la adsorción en monocapa, y la teoría de Brunauer-Emmett-Teller (BET), para la adsorción en multicapas infinitas. Como consecuencia de las limitaciones que cada una de esas teorías posee, resulta dificultoso dilucidar con claridad el mecanismo de adsorción y la configuración de la proteína en el estado adsorbido. En este contexto, el objetivo principal del presente estudio fue aplicar un nuevo modelo teórico [Fractional Statistical Theory of Adsorption (FSTA)] [1], originalmente aplicado al estudio de adsorción de gases poliátomicos sobre superficies sólidas, para describir el proceso de adsorción de proteínas en solución. FSTA permite describir la adsorción en multicapa finita como un problema de estadística fraccionaria, basada en la teoría de Haldane [2]. En este esquema, la energía libre de Helmholtz y sus derivadas son expresadas en términos de un simple parámetro de exclusión estadística (g), directamente relacionado con la configuración espacial de las moléculas en el estado adsorbido. La FSTA aquí presentada incluye la teoría de Langmuir como un caso particular ($g = 1$), reproduce la ecuación de BET para $g = 0$ y

permite describir las casos intermedios para la adsorción en multicapas finitas (0 ¡g ¡1). Es además un modelo simple, con pocos parámetros ajustables y con un significado físico preciso. Con el objeto de testear la aplicabilidad del modelo propuesto, los resultados teóricos fueron contrastados con resultados experimentales de la adsorción de albúmina sérica bovina (BSA) sobre una resina intercambiadora de iones (Amberlite 15) a diferentes valores de pH y temperatura. Las isotermas fueron ajustadas usando g y la constante de equilibrio Ke como parámetros de ajuste. Los valores obtenidos indican la ocurrencia de adsorción en multicapa finita, observándose una excelente coincidencia entre los resultados experimentales y teóricos.

[1] J.L. Riccardo, A.J. Ramirez-Pastor, F. Romá, Phys. Rev. Lett. 93 (2004) 186101-186104.
[2] F.D.M. Haldane, Phys. Rev. Lett. 67 (1991) 937-940.

## 128. Estudio de las propiedades de adsorción en materiales carbonosos por medio de simulación molecular

Delgado Mons R[1],Cornette V[1],López R[1]
[1] *INFAP, CONICET, Departamento de Física, Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales, Universidad Nacional de San Luis*

El estudio de la química de superficie, forma y tamaño de poros depende del conocimiento previo del material en consideración. Diferentes sólidos tienen diferentes requerimientos. Teniendo en cuenta estas consideraciones específicas abordaremos el estudio de modelos de geometrías de poro simples como slit, cilíndrica y triangular para la caracterización de la adsorción en materiales carbonosos. En relación al modelo de potencial usado para describir la energía de interacción, estudiaremos en detalle los efectos de asumir un potencial pseudo esférico para modelar el adsorbato, y como una alternativa usaremos un modelo de potencial que tenga en cuenta la correcta forma molecular, ya que es esperado que la forma pueda jugar un rol significativo en los procesos de adsorción en espacios confinados, especialmente poros pequeños.

## 129. Estudio de parámetros en la síntesis de películas delgadas del sistema AgGeSe por PLD

Bobadilla J I[1],Silveyra J M[1],Conde Garrido J M[1]
[1] *Universidad de Buenos Aires. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. Instituto de Tecnologías y Ciencias de la Ingeniería "Hilario Fernández Long". Facultad de Ingeniería. Paseo Colón 850, C1063ACV Buenos Aires, Argentina.*

La deposición por ablación láser (PLD, pulsed laser deposition) es una técnica que ofrece una gran versatilidad experimental. El proceso ocurre dentro de una cámara de ablación (con atmósfera controlada) y consiste en focalizar un haz láser pulsado sobre un blanco, produciendo un plasma denso compuesto por átomos, moléculas, iones y electrones de alta energía que se dirigen hacia el sustrato y se depositan formando una película delgada (de espesor menor a 1 ?m). La evaporación congruente de las especies permite la fabricación de películas homogéneas de áreas pequeñas (las películas obtenidas tienen la misma estequiometría que el blanco). Las propiedades físicas (ópticas, eléctricas, microestructura, morfología, adhesión, etc.) de las películas resultan, en muchos casos, superiores a las obtenidas por otras técnicas como evaporación estándar o evaporación con haz de electrones. Sin embargo, la mayor limitación a la utilización de esta técnica es la generación de particulados micrométricos sobre el sustrato y la superficie de las películas. En este trabajo se variaron los parámetros de deposición por PLD de películas amorfas del sistema AgGeSe y se caracterizaron mediante SEM los particulados de las películas depositadas. Los parámetros

estudiados fueron: tiempo de deposición, fluencia sobre el blanco y distanca blanco-sustrato. Este estudio servirá de base para las posteriores investigaciones realizadas con estos materiales en el Laboratorio.

## 130. Estudio Microcinético de la Disociación Directa versus la Disociación Asistida de CO Sobre Fe(100)

Amaya S[1 2],Linares D[1 3],Sapag K[1 3]

[1] *Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales - Universidad Nacional de San Luis*

[2] *Departamento de Física, Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales, Universidad Nacional de San Luis, e Instituto de Física Aplicada, INFAP (UNSL-CONICET)*

[3] *Instituto de Física Aplicada,CONICET-UNSL*

En este trabajo utilizamos las barreras de reacción calculadas a partir de la Teoría del Funcional de la Densidad (DFT), para realizar un modelo cinético, basado en ecuaciones de campo medio extendido y en Monte Carlo Cinético, con el que se dilucida la verdadera naturaleza del paso de la reacción catalítica CO + H a C, CH, CH2 y CH3 sobre Fe(100), se encontró que la ventana de reacción de la disociación directa y asistida está entre los 450 K a 700 K a presiones de 2MPa, siendo estos datos consistentes con la experimentación. Adicionalmente, se encontró una coexistencia de los mecanismos CO a C+O adsorbidos y del camino de reacción CO + H a HCO y de éste a HC + O adsorbido. Por último, se observa que a medida que en el modelo cinético de esta reacción química, se debloquea la formación de las cadenas CH2 y CH3, la ventana de reacción de la formación de estas especies por la ruta de disociación asistida, se amplia hasta los 900 K. Con este estudio damos un aporte al entendimiento del paso inicial de la disociación de CO y la formación del CH2 superficial en la síntesis de Fischer-Trospch (FTS).

## 131. Estudios de almacenamiento de metano en carbones nanoporosos

Diaz C A[1],Barrera D[1],Villarroel-Rocha J[1],Sapag K[1]

[1] *Laboratorio de Sólidos Porosos. Departamento de Física, Instituto de Física Aplicada, CONICET, Universidad Nacional de San Luis*

El reemplazo de combustibles derivados del petróleo es actualmente un tema de interés a nivel mundial, por lo cual el desarrollo de fuentes de energía renovable es un tema abordado desde diferentes ámbitos. Así, gases como el metano ($CH_4$) uno de los mayores componentes del gas natural, ha captado cada vez mayor atención para ser utilizado como combustible alternativo debido a sus inherentes características de combustión limpia, sus reservas abundantes y bajo precio. Sin embargo, uno de los principales desafíos a nivel científico es desarrollar materiales que a condiciones seguras y económicas de presión y temperatura puedan almacenar este gas energético. Es bastante conocido que el gas natural ($CH_4$) se adsorbe preferentemente en los microporos de los materiales adsorbentes, de tal forma que el metano es adsorbido incluso a temperatura ambiente por estos poros de gran potencial de adsorción. En este sentido, en el presente trabajo se sintetizaron una serie de carbones nanoporosos obtenidos a partir de una plantilla de sílice inorgánica y sacarosa como fuente de carbón, obteniéndose una réplica negativa de la matriz inorgánica con un alto grado de ordenamiento y propiedades texturales y estructurales de gran interés. Estos materiales se caracterizaron mediante DRX de bajo ángulo, isotermas de adsorción-desorción de $N_2$ a 77 K e isotermas de adsorción de $CO_2$ a 273 K. Se llevaron a cabo estudios de adsorción de metano a alta presión (hasta 40 bar) a 25 °C y se correlacionaron los resultados obtenidos con las propiedades texturales y estructurales de los carbones obtenidos.

Finalmente, teniendo en cuenta los estudios que afirman la influencia de los microporos en el almacenamiento de este gas, uno de los carbones obtenidos fue activado químicamente con KOH con el fin de generar una mayor microporosidad y estudiar su relación con los estudios de almacenamiento de metano.

## 132. Estudio teórico de la emisión de electrones de alta energía en la dispersión de $He^+$ por una superficie de $AlF_3$

Iglesias García A D J[1],Goldberg E C[1]
[1] *Instituto de Física del Litoral (UNL-CONICET)*

Mediciones del espectro de emisión de electrones secundarios de superficies de fluoruro de aluminio impactadas por iones de gases nobles muestran una estructura no esperada de altas energías ($> 15$ eV),la cual se incrementa con el aumento de la energía del ión dispersado. Hasta ahora la distribución de electrones que muestra éste espectro de emisión se ha explicado en forma muy cualitativa. G. Ruano y colaboradores [1] propusieron que la estructura de altas energías en el espectro de emisión se debe a la auto-ionización de un estado excitado de dos electrones de $F^-$, poblado por la promoción de electrones en colisiones cercanas proyectil-F o colisiones F-F.

En éste trabajo se realiza un estudio teórico mecánico-cuántico, enmarcado en el modelo de Anderson, de la dispersión de $He^+$ por una superficie de $AlF_3$. Presentamos resultados de la Fracción de carga del proyectil y de la distribución de electrones después de ocurrida la colisión. Estas dos cantidades se calculan en función de la energía del ión incidente. Éste problema dependiente del tiempo se resuelve por medio de las funciones de Green-Keldysh y el método de ecuación de movimiento [2].

Nuestros resultados nos permiten inferir que una posible fuente de los electrones energéticos en el espectro de emisión de electrones secundarios se debe a los electrones originados por la recombinación par electrón-hueco entre los electrones promovidos en la banda de conducción de el $AlF_3$ y los huecos que quedaron en su banda de valencia después de la interacción con el proyectil.

[1] G. Ruano et al., Surface Science 605, 1807-1811 (2011).
[2] A. Iglesias-García et al., Phys. Rev B 87, 075434 (2013).

## 133. Evaluación de la propiedades semiconductoras de la película de óxido sobre el sustrato vidrio/Ti/TiO2 en una solución ácida diluida

Filippin F[1],Santos E[2],Avalle L[2]
[1] *Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad Nacional de Catamarca*
[2] *Facultad de Matemática Astronomía y Física - Universidad Nacional de Córdoba*

El titanio (Ti) es un material termodinámicamente estable ante la corrosión, debido a la presencia de una película de óxido pasiva sobre su superficie formada espontáneamente. La película de óxido pasiva está compuesta de dióxido de titanio (TiO2) que puede ser formada por oxidación térmica o por anodización; estas presentan características de un semiconductor. Las propiedades semiconductoras de películas de óxido formadas anódicamente, han sido interpretadas por representaciones gráficas de Mott-Schottky. En esta presentación se utilizó el modelo de Mott-Schottky para calcular las propiedades electrónicas de la superficie semiconductora de un sustrato vidrio/Ti/TiO2 crecido potenciodinámicamente, a un potencial de formación de la película de óxido anódico de Ef = 1,85 V vs ENH en 0,01M HClO4. Bajo las condiciones experimentales

descritas en este trabajo el electrodo vidrio/Ti/TiO2 presenta un comportamiento de un semiconductor tipo-n y una concentración de vacantes de oxígeno del orden de 1022 cm-3. Además, se consideró el espesor del óxido espontaneo [1] y el espesor de la película de óxido anódico. Finalmente, el óxido anódico formado sobre el sustrato vidrio/Ti/TiO2 fue estable antes y después de los ensayos realizados.

[1] F.A. Filippin, O.E. Linarez Pérez, M. López Teijelo, R.D. Bonetto, J. Trincavelli, L.B. Avalle, Electrochimica Acta 129 (2014) 266 - 275.

## 134. Fabricación y caracterización de películas ultradelgadas de germanio sobre Au(111)

Solis L M[1],Cantero E[2],Tong Y[3],Fuhr J[2],Martiarena M L[2],Grizzi O[2],Sanchez E A[2]

[1] *Instituto Balseiro - Universidad Nacional de Cuyo*

[2] *Laboratorio de Física de Superficies, Centro Atómico Bariloche, CNEA, CONICET*

[3] *Université de Paris Sud, Institut des Sciences Moléculaires d'Orsay, Orsay, France.*

Entre los sistemas bidimensionales más estudiados en los últimos años, grafeno, siliceno y más recientemente germaneno, los basados en Ge tienen algunas características particulares promisorias para aplicaciones en electrónica, espíntrónica y computadoras cuánticas [1] . Desde el experimento, el estudio del germaneno está en sus inicios, habiéndose tratado de sintetizar con diferente grado de éxito sobre varios sustratos, siendo Au, Al y Pt los más estudiados. Un trabajo publicado en Nature Science Reports en el 2016 [2] muestra que películas de germaneno de unas pocas monocapas de espesor crecidas sobre Au(111) presentan los conos de Dirac característicos de sistemas bidimensionales. Tomando como punto de partida este trabajo hemos estudiado la deposición de Ge sobre sustratos de Au(111) en condiciones de ultra alto vacío para diferentes temperaturas del sustrato tanto durante la evaporación como del recocido posterior efectuado sobre las películas. Las películas de Ge/Au(111) fueron luego estudiadas 'in situ' mediante LEED, TOF-DRS, AES y STM. Los patrones de difracción evolucionan en forma continua con el recubrimiento, pasando por los dos reportados en la literatura para recubrimientos ligeramente menores y mayores a una monocapa. En general los patrones de difracción observados están bien definidos, denotando un orden de largo alcance y son muy complejos. La alta sensibilidad de TOF-DRS permitió determinar la coexistencia de átomos de Au y de Ge en la última capa de las películas para todos los espesores estudiados y en todas las condiciones de evaporación estudiadas. También se determinó que para evaporaciones manteniendo la temperatura de la superficie de Au mayor a 420 K parte del Ge se incorpora al interior del sustrato de Au, limitando el crecimiento de la película de Ge a no más de una o dos monocapas. Este Ge incorporado en volumen segrega a la superficie cuando se realizan recocidos a temperaturas superiores a 450 K. Finalmente se adquirieron imágenes de STM para las fases generadas por segregación y la de alto recubrimiento. En ambos casos se observa orden de largo alcance coexistente con corrugación baja, típicamente de 0,2 A. En algunas imágenes esta corrugación genera patrones de Moire cuyas transformadas Fourier están en buena correspondencia con los patrones de LEED observados.

1. Mickael Derivaz et al, Nano Lett. 2015, 15, 2510?2516

2. M.E. Dávila; Guy Le Lay. Nature. Scientific Reports — 6:20714 — DOI: 10.1038/srep20714

LEED: Low Energy Electron Diffraction

AES: Auger Electron Spectroscopy

TOF-DRS: Time of Flight - Direct Recoil Spectroscopy

STM: Scanning Tunneling Microscope.

## 135. Formación de estructuras en volumen de vacancias a partir de superficies de $CeO_2$

Murgida G[1],Ferrari V[1],Llois A M[2],Olbrich R[3],Barth C[4],Reichling M[3],Ganduglia-Pirovano M V[5]
[1] *Departamento de Física de la Materia Condensada, CAC, CNEA-CONICET*
[2] *Departamento de Física - Materia Condensada, Centro Atómico Constituyentes, Comisión Nacional de Energía Atómica*
[3] *Universitat Osnabruck, Osnabruck, Alemania*
[4] *CNRS-UMR Aix-Marseille Université, Marsella, Francia*
[5] *Instituto de Catálisis y Petroleoquímica - CSIC*

Entre los óxidos reducibles, la ceria ($CeO_2$) se caracteriza por su gran capacidad para absorber, almacenar, transportar y liberar oxígeno mediante reacciones reversibles que son controladas por las condiciones reductoras de temperatura y presión de oxígeno. Esta habilidad para capturar y liberar oxígeno es la base de su extendido uso en procesos catalíticos, sensores y celdas de combustibles, entre otras aplicaciones. En todos estos casos la superficie de ceria juega un rol fundamental, y por lo tanto comprender y controlar la formación y el ordenamiento de vacancias en la superficie es necesario para optimizar estas aplicaciones.

El objetivo de este trabajo es explorar todas las posibles superficies (111) de ceria reducida ($CeO_{2-x}$) y predecir su estabilidad en función de la presión y la temperatura mediante el formalismo de la teoría de la densidad funcional, en su implementación DFT+U, en combinación con herramientas de la mecánica estadística. Luego de modelar las estructuras internas de las diferentes superficies observadas experimentalmente, mostramos que la DFT predice rangos de estabilidad similares a los observados. Notablemente, nuestros cálculos predicen la estabilización de la superficie en una estequiometría no reportada previamente, $Ce_3O_5$. Mostramos que dos de las fases superficiales observadas recientemente, 3x3 y $\sqrt{3}$ x $\sqrt{3}$, pueden ser interpretadas como las terminaciones de una estructura bulk de $Ce_3O_5$ que es estable en capas delgadas sobre $CeO_2$ sin reducir, pero que se vuelve inestable a nivel de bulk.

## 136. Identificación de los modos vibracionales de tolueno adsorbido en mordenitas sódicas

Cabana N[1],Boix A[2 3],Bolcatto P[1 4]
[1] *Instituto de Física del Litoral (CONICET-UNL)*
[2] *Instituto de Investigaciones en Catálisis y Petroquímica*
[3] *Facultad de Ingeniería Química - Universidad Nacional del Litoral*
[4] *Facultad de Humanidades y Ciencias - Universidad Nacional del Litoral*

Se presentan cálculos de modos de vibración de tolueno. Las geometrías analizadas fueron extraídas de resultados previos de adsorción de esta molécula en dos modelos de zeolitas utilizando una aproximación DFT tight-binding implementada en el código FIREBALL. Luego se calcularon los modos de vibración con el código GAUSSIAN. En la fase gas verificamos que debido a las

aproximaciones realizadas, el espectro teórico se corre rígidamente respecto del experimental en unos 60 $cm^{-1}$. En la situación de adsorción existe un corrimiento adicional de los modos de vibración correspondientes a los dobles enlaces de carbono hacia valores menores de energía: 20-30 $cm^{-1}$ en los cálculos y 10 $cm^{-1}$ en los experimentos, aproximadamente. Mucho más evidente es la total supresión de los dos picos de más altas energías que se identifican con vibraciones mixtas entre los dobles enlaces de carbono y el grupo metilo. Esta es una clara evidencia de que la molécula no está libre de moverse y por lo tanto está atrapada en la matriz zeolítica. Esta supresión no es posible detectarla experimentalmente porque las energías de estos picos está solapada con el espectro de vibraciones de las moléculas de agua residual que tiene el sistema.

## 137. Influencia del potencial superficial sobre la fricción atómica a fuerza lateral constante

Furlong O J[1],Tysoe W T[2],Manzi S J[1]
[1] *INFAP, CONICET, Departamento de Física, Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales, Universidad Nacional de San Luis*
[2] *University of Wisconsin-Milwaukee*

La gran mayoría de los modelos de fricción atómica asumen un potencial sinusoidal simple para representar la corrugación energética de la superficie (potencial superficial), en donde la barrera de energía a superar disminuye debido a la acción de una fuerza lateral externa. Uno de los modelos más aceptados es el de Tomlinson-Prandtl, el cual encuentra su aplicación directa en el estudio de resultados obtenidos con microscopios de fuerza atómica, donde la fuerza lateral externa es elástica y en su expresión más simple se representa mediante la ley de Hooke. Sin embargo, al alejarnos de la idealidad, los potenciales superficiales, a pesar de mantener una determinada periodicidad, pueden ser mejor representados por potenciales no-sinusoidales. A su vez, si el contacto es considerado rígido en lugar de elástico, la fuerza lateral externa mantiene un valor constante que se encuentra relacionado con la velocidad de deslizamiento, la carga normal, la temperatura, etc. En este trabajo se presenta un modelo de fricción atómica para estudiar los efectos de la forma del potencial superficial bajo la acción de una fuerza externa constante, obteniéndose la dependencia de la fuerza de fricción con la velocidad de deslizamiento, la carga normal y la temperatura.

## 138. Membranas nanoestructuradas de PVA por electrospinning

Cimadoro J[1],Ribba L[1],López Córdoba A F[1],Goyanes S[1]
[1] *Depto. Física, FCEyN (UBA) - IFIBA - CONICET*

Dos de los problemas más importantes a los que se enfrenta la sociedad hoy en día son: la generación de energía renovable y el cuidado del medioambiente. En este contexto, la nanotecnología puede contribuir desde varios frentes a la solución de estos dos temas. En el caso del medio ambiente, el fuerte de los nanomateriales está en el desarrollo de membranas para el tratamiento del aire y de aguas residuales para revertir o evitar la contaminación ambiental. Mediante la técnica de electroestirado o electrospinning, es posible diseñar materiales robustos, ligeros y porosos a partir de nanofibras poliméricas cuya naturaleza, diámetro, aspecto y morfología puede modularse de manera sencilla y eficiente. El principio físico de funcionamiento de la técnica consiste en que, bajo la influencia del campo electromagnético, se inducen cargas en una solución. A partir de un punto crítico, se produce un jet de solución eléctricamente cargada. El diámetro del jet disminuye

a medida que se aleja del origen. Si se sitúa frente al jet un sustrato de material conductor, se observa que se depositan fibras de diámetro desde nano a micrométrico. Varios aspectos de la morfología de las fibras pueden ser controlados variando parámetros de la técnica (voltaje, distancia al blanco, caudal). Los mayores impedimentos actuales para la utilización masiva del electrohilado a nivel industrial, están relacionados al uso de solventes. Esto se debe a que los solventes presentan riesgos para la salud de los seres vivos y traen aparejados aumentos de costes y riesgos de producción debido a su posible toxicidad. El electroestirado puede aplicarse sin embargo a una gran cantidad de polímeros solubles en agua disponibles en el mercado, como el poli (alcohol de vinilo), que es un polímero semicristalino, hidrofílico y con buena estabilidad química y térmica. Además es biodegradable, no tóxico, y puede ser fácilmente procesado sin efectos negativos sobre el medioambiente. En este trabajo se realizaron mallados electroestirados de PVA a partir de soluciones en agua destilada. Se estudió el efecto de la formulación de PVA sobre las características de las fibras obtenidas. Se caracterizaron las membranas obtenidas utilizando Microscopía Electrónica de Barrido (SEM), se evaluó la hidrofilicidad mediante ángulo de contacto y se comprobó la utilidad como membrana para el saneamiento de agua por microfiltración. Se obtuvieron de esta manera membranas a partir de un polímero amigable con el medio ambiente y de un proceso de fabricación completamente verde.

## 139. Módulo elástico por indentación, dureza y volumen libre en sistemas epoxi. Influencia de la proporción de acelerante y curado

Tognana S[1 2 3],Salgueiro W[1 2 3]

[1] *Instituto de Física de Materiales Tandil. Facultad de Ciencias Exactas. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Pinto 399 - 7000 Tandil*

[2] *Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires, Calle 526 entre 10 y 11, 1900 La Plata, Argentina*

[3] *CIFICEN (UNCPBA-CICPBA-CONICET), Pinto 399, 7000 Tandil, Argentina*

Se estudian sistemas epoxi DGEBA-anhidrido-acelerante amina terciaria con distintas proporciones de acelerante y procesos de curado a tiempos y temperaturas diferentes. Los datos experimentales, módulo de elasticidad y dureza, se obtienen por aplicación de la técnica de indentación instrumentada. Los resultados obtenidos se discuten tomando en consideración volumen libre y fracción de volumen libre reportados por aplicación de la técnica de espectrometría temporal positrónica (PALS). En conjunto y analizados en forma comparativa los resultados obtenidos con ambas técnicas exhiben tendencias similares o contrapuestas dependiendo del parámetro analizado. Se discuten estas tendencias aplicando modelos de la literatura, en particular la teoría de Eyring.

## 140. Nueva síntesis de amiduro de magnesio y amiduro-cloruro de litio. Sus efectos sobre el sistema $Li-N-H$ almacenador de $H_2$

Gamba N S[1],Arneodo Larochette P[1],Gennari F C[1]

[1] *Centro Atómico Bariloche - CONICET, Comisión Nacional de Energía Atómica*

El almacenamiento de hidrógeno en hidruros complejos de elementos livianos es considerado una muy buena alternativa, segura y eficiente. En particular el amiduro de litio ($LiNH_2$) puede almacenar una cantidad teórica de 6,5 $\%$ p/p de $H_2$ (a 245 $^{\circ}C$) y en forma reversible de acuerdo con la reacción: $LiNH_2 + LiH \leftrightarrow Li_2NH + H_2$. Sin embargo, todavía existen barreras que deben superarse para poder implementarlo en aplicaciones prácticas. En particular, el valor medido de

$\Delta H$ (67 kJ/mol) es mayor que el calculado y la temperatura de operación es aún demasiado alta debido a problemas termodinámicos y/o cinéticos. Por esta razón, se han estado estudiando sistemas $Li-N-H$ desestabilizados, donde los iones $Li^+$ son parcialmente reemplazados por elementos con mayor electronegatividad, como por ejemplo el $Mg$, constituyendo un sistema mejorado $Li-Mg-N-H$ con base amiduro de magnesio $Mg(NH_2)_2$. Este sistema resulta un material más prometedor debido a su menor $\Delta H$ (44 kJ/mol $H_2$) y su alta capacidad de almacenamiento reversible (5,6 $\%$ p/p) a 200 $^\circ C$. Por otro lado, el agregado de aniones haluros que reemplacen el grupo $[NH_2]^-$ permite formar compuestos amiduros-haluros, que son posibles promotores de la cinética de deshidrogenación.

Sin embargo, estos materiales siguen teniendo algunas limitaciones para su utilización. Por un lado el sistema desestabilizado $Li-Mg-N-H$ presenta una temperatura de desorción experimental del doble que la predicha por la termodinámica ($\sim$100 $^\circ C$) y esto se debe a restricciones cinéticas que se buscan modificar. Una manera interesante sería favorecer la difusión del precursor $Mg(NH_2)_2$ (no disponible comercialmente) y para ello resultan interesantes nuevas rutas de síntesis que conduzcan a un material nanoestructurado.

En este trabajo se llevaron a cabo: 1) La síntesis del amiduro de magnesio nanoestructurado a través de un nuevo método de molienda mecánica de doble sustitución sólido-sólido: $MgCl_2 + 2LiNH_2 \rightarrow Mg(NH_2)_2 + LiCl$. Se confirmó el éxito de la síntesis a través de difracción de rayos X (XRPD) y espectroscopia de infrarrojo (FTIR). Se evaluaron las propiedades de almacenamiento del $composite$ $Mg(NH_2)_2 - 2LiH - LiCl$ a 200 $^\circ C$ y el rol del coproducto $LiCl$. 2) La síntesis de amiduros-cloruros de litio, en particular las fases $Li_4(NH_2)_3Cl$ y $Li_3Mg_{0,5}(NH_2)_3Cl$ a través de molienda mecánica de $LiNH_2$ con $LiCl$ o $MgCl_2$. Se confirmó la síntesis del compuesto $Li_4(NH_2)_3Cl$ pero no de la fase mixta amiduro-cloruro de $Mg-Li$. Se estudiaron las propiedades de almacenamiento de hidrógeno de los sistemas $Li_4(NH_2)_3Cl-3LiH$ y $Li_4(NH_2)_3Cl-0,5Mg(NH_2)_2-3LiH$ a 200 $^\circ C$ y 300 $^\circ C$.

En todos los casos, se analizaron las condiciones de síntesis, la cinética de deshidrogenación, el papel de los iones cloruro en las propiedades de desorción de hidrógeno y se realizó un estudio estructural y térmico de los materiales compuestos antes y después del ciclado con hidrógeno.

El sistema $Li-Mg-N-H$ presenta una buena velocidad de deshidrogenación y aproximadamente la capacidad de almacenamiento teórica; sin embargo la misma disminuyó con el ciclado hasta 4,8 $\%$ p/p ($\sim$10 ciclos). Se observó la formación de una fase secundaria amiduro-cloruro durante el tratamiento térmico previo al ciclado, que tiene un efecto negativo en las propiedades de almacenamiento del sistema. Por otro lado el $composite$ $Li_4(NH_2)_3Cl-3LiH$ presenta una temperatura de deshidrogenación mayor (20 $^\circ C$ más) que $Li_4(NH_2)_3Cl-0,5Mg(NH_2)_2-3LiH$ y además se ve una mejora en la velocidad de deshidruración debido a la presencia de $Mg(NH_2)_2$, lo que sugiere que el factor limitante en la cinética de desorción de hidrógeno se asocia con la fase $Li_4(NH_2)_3Cl$. La capacidad de almacenamiento de hidrógeno disminuyó con el ciclado de 3,0 $\%$ p/p a 1,5 $\%$ p/p de hidrógeno a 300 $^\circ C$ y 6,0 MPa. La entalpía de descomposición calculada, de las curvas PTXs medidas entre 225 $^\circ C$ y 300 $^\circ C$, fue de (65$\pm$5) kJ/mol.

Se puede ver que el sistema amiduro-cloruro presenta una similar estabilidad termodinámica que el sistema $Li-N-H$ pero es más estable que el sistema $Li-Mg-N-H$, lo cual limita su uso en aplicaciones de almacenamiento de hidrógeno.

## 141. Porosidad inducida mediante ataque químico en vidrios calcogenuros

Conde Garrido J M[1],Silveyra J M[1],Ureña M A[1]

[1] *Universidad de Buenos Aires. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. Instituto de Tecnologías y Ciencias de la Ingeniería "Hilario Fernández Long". Facultad de Ingeniería. Paseo Colón 850, C1063ACV Buenos Aires, Argentina.*

Los vidrios calcogenuros poseen gran interés debido a su gran variedad de aplicaciones tecnológicas tales como: elementos de óptica infrarroja, sensores químicos, memorias de cambio de fase, etc. En estudios previos, nuestro grupo ha descubierto que los vidrios en volumen del sistema $Ag_x(Ge_{0,25}Se_{0,75})_{1-x}$ ( % at.) presentan una descomposición espinodal en la solidificación en el rango de composición $0,08 \leq x \leq 0,10$ observándose dos fases amorfas separadas: una fase rica en Ag y una fase pobre en Ag. Para $x \geq 0,08$ se produce la percolación de la fase rica en plata y esto causa un cambio abrupto en el régimen de transporte pasando de un comportamiento semiconductor a un conductor iónico rápido. Su comportamiento como conductor iónico les permite ser aplicados como sensores químicos en electrodos selectivos de iones. Al cristalizar los vidrios, la fase rica en Ag presenta una estructura muy similar a los compuestos cristalinos $Ag_8GeSe_6$ y $Ag_2Se$. Los vidrios calcogenuros se caracterizan por poseer una alta resistencia a medios ácidos, pero son fácilmente atacados en medios básicos. Un aumento de la superficie sensible mejoraría la respuesta de los sensores. En trabajos previos se observó que la fase pobre en Ag es más fácilmente atacada que la rica en Ag, dando origen a un material con una porosidad inducida y consecuentemente un aumento de la superficie expuesta. En este trabajo se estudiará el ataque de muestras amorfas con x = 0 y 10 y los compuestos cristalinos $Ag_8GeSe_6$ y $Ag_2Se$, utilizando KOH en concentración 0,3 M con distintos tiempos de exposición y se determinará la velocidad de disolución de la fase pobre en Ag y de los compuestos ricos en Ag.

## 142. Producción asimétrica de plasmones por partículas cargadas atravesando una superficie plana a incidencia oblicua

Segui S[1 2],Gervasoni J L[1 2 3],Barrachina R[1 2 3],Navarrete F[1 2 3],Arista N R[1 3]

[1] *Centro Atomico Bariloche - Comisión Nacional de Energía Atómica*

[2] *Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas*

[3] *Instituto Balseiro - Universidad Nacional de Cuyo*

El estudio de la excitación de plasmones es de gran relevancia para la caracterización de superficies, películas delgadas y nanopartículas mediante diferentes técnicas espectroscópicas de partículas cargadas. En este trabajo nos proponemos analizar las asimetrías observadas en la producción de plasmones por partículas cargadas rápidas entrando o saliendo un material semiinfinito a través de una superficie plana. Utilizamos el modelo de reflexión especular y el método de pseudomedio extendido para evaluar la tasa de pérdida de energía debido a la excitación de plasmones a lo largo de la trayectoria del proyectil. En particular analizamos las condiciones de integración del momento transferido, mostrando que una aproximación comúnmente aplicada en la literatura conduce a resultados inconsistentes. Obtenemos resultados para una variedad de condiciones experimentales, cubriendo un amplio rango de velocidades y ángulos de incidencia para estudiar cómo la asimetría observada entre las tranyectorias entrantes y salientes depende de esas variables.

## 143. Seguimiento de la evolución de la superficie real de contacto entre las dos superficies en contacto

Benedetti P[1],Insausti J[1],Ziegler D[1],Iurman L[1],Lucaioli A[1]
[1] *Universidad Nacional del Sur*

En los procesos de fabricación que involucran fricción entre dos superficies, como en el conformado de chapas de acero, los valles y picos de cada una de las superficies involucradas se tienen que adaptar entre sí de tal manera de formar un área de contacto real que siempre es menor que el área teórica de contacto.

Es necesario obtener las medidas de la superficie real para poder analizar cómo evoluciona para las distintas condiciones de los procesos involucrados, con distintas variables como presión, velocidad, tipo de lubricantes, etc. A partir de la deformación experimentada por los materiales se determina el área real.

El objeto de este trabajo es presentar los resultados del ensayo con chapas desnudas y galvanizadas sometidas a ensayos de fricción con dos velocidades relativas distintas y diferente número de pasadas.

Se midió la superficie real de contacto a partir de imágenes obtenidas con un microscopio óptico y se correlacionó este valor con las medidas de rugosidad de cada ensayo para buscar la dependencia de las dos variables. También se presentan los resultados de la evolución del área real de contacto a medida que aumenta el número de pasadas sobre la misma zona de la probeta en cada ensayo.

## 144. Síntesis y caracterización de carburos de molibdeno para la hidrogenación de $CO_2$ a alcoholes

García Blanco A A[1],Furlong O[1],Sapag K[1],Nazzarro M S[1]
[1] *Departamento de Física, Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales, Universidad Nacional de San Luis, e Instituto de Física Aplicada, INFAP (UNSL-CONICET)*

La hidrogenación de $CO_2$ a alcoholes (especialmente metanol y etanol) que pueden ser empleados como combustibles, es una alternativa para la conversión de un compuesto producido de forma abundante en la combustión de combustibles fósiles, causante de problemas ambientales relacionados con el calentamiento global. Para llevar a cabo la mencionada reacción es necesario el uso de un catalizador (usualmente un metal precioso como platino). Por otro lado, los carburos de metales de transición son compuestos que pueden presentar actividad catalítica similar a los metales preciosos y con la ventaja de ser menos costosos. En el presente trabajo se sintetizaron carburos de molibdeno empleando una sal de molibdeno (hexamolibdato de amonio) y sacarosa como fuentes de $Mo$ y $C$, respectivamente, variando la relación $Mo/C$. Los materiales obtenidos se caracterizaron por análisis térmico, difracción de rayos X (DRX) y espectroscopía fotoelectrónica de rayos X (XPS). Adicionalmente, se midió la actividad y selectividad de los materiales obtenidos en la hidrogenación de $CO_2$ a 20 bar y temperaturas entre 230 y 300 °C. Los resultados obtenidos indican que mediante la mencionada metodología se obtienen diferentes fases de carburo de molibdeno (dependiendo de la relación $Mo/C$), con variaciones en la actividad y selectividad de los mismos en la reacción de hidrogenación de $CO_2$.

# MAGNETISMO Y MATERIALES MAGNÉTICOS

MARTES 04 14:00 - 16:00 hs y 17:30 - 18:00 y MIÉRCOLES 05 14:30 - 16:30 hs. Block 1 y Block 2

## 145. Ciclos de histéresis en arreglos lineales de nano-partículas magnéticas: Un estudio mediante la integración de la ecuación Landau-Lifshitz-Gilbert

Longone P J[1],Romá F[1]

[1] *INFAP, CONICET, Departamento de Física, Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales, Universidad Nacional de San Luis*

Mediante la simulación de la ecuación estocástica Landau-Lifshitz-Gilbert [1, 2, 3], se estudió el comportamiento de los ciclos de histéresis en un arreglo lineal de nano-partículas magnéticas. Estas nano-estructuras magnéticas son de suma importancia ya que son similares a nano-hilos y nano-tubos magnéticos [4, 5, 6]. Para estudiar nuestro sistema, utilizamos parámetros experimentales de la literatura, tales como volumen de nano-partículas, contaste de anisotropía, magnetización de saturación y tasa de cambio de campo magnético [7, 8]. El arreglo lineal está formado por una cadena unidimensional de N nano-partículas con diferentes grados de desorden en sus ejes individuales de anisotropía a una temperatura T. Se tuvieron en cuenta además interacciones dipolares entre los diferentes momentos magnéticos de cada nano-partícula individual. En este estudio se observaron diferentes comportamientos en los ciclos de histéresis para diferentes grados de desorden. Como así también, diferencias en el campo coercitivo dependiente de la tasa de cambio de campo magnético a diferentes temperaturas.

[1] G. W. Wysin. Stochastic Spin Dynamics & Langevin-Landau-Gilbert Simulations". Notas extraídas de la página web http://www.phys.ksu.edu/personal/wysin/.

[2] J. L. García-Palacios and F. J. Lázaro, Phys. Rev. B 58, 14937 (1998).

[3] D. V. Berkov, Magnetization Dynamics Including Thermal Fluctuations. Handbook of Magnetism and Advanced Magnetic Materials. Edts. Helmut Kronmüller and Stuart Parkin Volume 2: Micromagnetism (John Wiley & Sons).

[4] P. Levy, A. G. Leyva, H. Troiani, and R. D. Snchez, Appl. Phys. Lett., 83, 5247 (2003).

[5] A. G. Leyva, P. Stoliar, M. Rosenbusch, V. Lorenzo, P.Levy, C. Albonetti, M. Cavallini, F. Biscarini, H. E. Troiani, J. Curiale, and R. D. Snchez, J. Solid State Chem., 177, 3949 (2004).

[6] J. M. D. Coey, J. Appl. Phys. 85,5576 (1999).

[7] J. Curiale, R.D. Sanchez, H. E. Troiani, C. Ramos, H. Pastoriza, A. G. Leyva, and P. Levy Phys, Rev.B, 75, 224410 (2007).

[8] A. Butera, J. L. Westone, and J. A. Barnard, J. Appl. Phys., 81, 7432 (1997).

## 146. Desorden geométrico en una red cuadrada de hielos de espín

Di Pietro Martínez M[1 2],Buceta R C[1 2]
[1] *Instituto de Física de Mar del Plata - Universidad Nacional de Mar del Plata*
[2] *CONICET*

Estudiamos mediante simulaciones de Monte Carlo un arreglo de islas magnéticas colocadas en las aristas de una red cuadrada que interactúan entre sí mediante interacciones dipolares. Möller y Moessner [PRL 96, 237202 (2006)] incorporaron a este sistema dos parámetros geométricos: la diferencia de altura entre las islas que se encuentran orientadas en distintas direcciones y el largo de las islas. Estos parámetros pueden ser sintonizados para que el sistema dé cuenta del modelo "Ising-ice", en el cual cuatro islas que surgen de un mismo vértice en la red cuadrada cumplen con las llamadas reglas del hielo, es decir que el estado fundamental corresponde a tener dos dipolos apuntando hacia adentro y dos hacia afuera de dicho vértice. En este trabajo, consideramos que el largo de las nanoislas es una variable al azar, analizando en particular los casos de distribución uniforme y Gaussiana. Estudiamos el sistema en torno al valor medio de la longitud que permite obtener estados degenerados de energía para todos los vértices que cumplen la regla del hielo. Mostramos que si el desorden es débil no se pierde tal condición. Por otro lado, para desorden fuerte, permanece la presencia de algunas excitaciones de alta energía, como ser los monopolos, incluso a temperatura cero.

## 147. Desorden parcial en el antiferromagneto de Heisenberg sobre una red triangular

Gonzalez M G[1],Lisandrini F T[1],Blesio G G[1],Gazza C J[1],Trumper A E[1],Manuel L O[1]
[1] *Instituto de Física de Rosario, CONICET-UNR*

Estudiamos la propiedades del estado fundamental del modelo de Heisenberg de $S = \frac{1}{2}$ en la red que interpola entre triangular y hexagonal, por medio de métodos numéricos (Grupo de Renormalización de la Matriz Densidad) y analíticos (Teoría de Onda de Espín). El modelo tiene dos interacciones de intercambio distintas: $J$ entre los espines en la red hexagonal, y $J'$ entre los espines de la red hexagonal y el centro de cada hexágono. Para $0 \leq J' \leq 0{,}19$ encontramos una fase con desorden parcial, donde los espines de la red hexagonal se ordenan formando un ángulo de 180° con sus vecinos, mientras que los espines en el centro de los hexagonos no se ordenan. Entendemos que esto se debe a la frustración magnética que introduce $J'$ y el número de coordinación bajo de la red hexagonal. Este fenómeno, si bien es común en el modelo de Ising, nunca había sido observado en el modelo de Heiseinberg cuántico.

## 148. Dinámica de Paredes de Dominio en Multicapas Ultrafinas de Co/Ni Utilizando Microscopía Magneto-Óptica

Fernández Aguirre I[1],Albornoz L J[1 2],Grassi M[1],Curiale J[1 2],Caballero N B[2],Kolton A B[1 2],Jeudy V[3],Rojas-Sánchez J C[4 5],Collin S[4],George J[4],Bustingorry S[2]
[1] *Instituto Balseiro, Universidad Nacional de Cuyo - Comisión Nacional de Energía Atómica*
[2] *Centro Atómico Bariloche - CONICET, Comisión Nacional de Energía Atómica*
[3] *Laboratoire de Physique des Solides, CNRS, Université Paris-Sud, France*
[4] *Unité Mixte de Physique CNRS/THALES, Université Paris Sud 11, F-91767 Palaiseau Cedex, France*
[5] *Institut Jean Lamour, UMR CNRS 7198, Univ. de Lorraine, BP 70239, F-54506 Vandoeuvre, Francia*

El estudio de la dinámica de paredes de dominio en multicapas magnéticas se presenta como un tema de gran interés por su impacto en el desarrollo de dispositivos tecnológicos. En este trabajo estudiamos distintos sistemas con anisotropía magnética perpendicular a la superficie de la muestra, formados por multicapas de Co/Ni. Para el estudio de la estructura y evolución temporal de los dominios magnéticos se utilizó un microscopio magneto-óptico de efecto Kerr polar. En primer lugar estudiamos la dependencia de la velocidad $v$ de las paredes de dominio en función del campo externo aplicado $H$. Observamos diferencias en las velocidades medias de hasta cuatro órdenes de magnitud, para un mismo campo aplicado, entre los resultados de las muestras Pt/$[Co/Ni]_3$/Ta y Pt/$[Co/Ni]_3$/Al. Esto lo asociamos principalmente a que el desorden intrínseco del sistema depende de la interface con la capa superior (no magnética) que protege a la multicapa magnética. Luego, modelando al desplazamiento de las paredes de dominio magnéticos como una interface elástica que se desplaza en un medio desordenado, determinamos que el régimen de trabajo es el conocido como *régimen de creep*, en el cual $\ln v \sim H^{-1/4}$. Para los valores de campo magnético más altos que utilizamos, analizamos las desviaciones entre el modelo clásico de *creep* y los resultados experimentales. A partir de esto propusimos modificaciones al modelo de *creep* que incluyen la dependencia de la escala típica de desplazamiento de la pared de dominio con el campo aplicado. Finalmente, logramos extraer información sobre la influencia de las interfaces en los parámetros característicos del desorden de la muestra, como el campo y la temperatura de *depinning*.

## 149. Efecto magnetocalórico en Films delgados de $La_{1-y}\ Sr_y\ MnO_3$

Goijman D[1],Passanante S[1],Leyva G[1 2],Albornoz C[1],Rubi D[1 2],Vega D[1 2],Quintero M[1 2],Granja L[1]

[1] *Departamento de Física de la Materia Condensada, CAC, CNEA*

[2] *Escuela de Ciencia y Tecnología, UNSAM*

Se denomina Efecto Magnetocalórico (EMC) al cambio isotérmico de entropía y al cambio adiabático de temperatura que se produce en algunos materiales durante la aplicación de un campo magnético variable.

En este trabajo se muestran algunos resultados del EMC medido en films delgados de $La_{1-y}\ Sr_y\ MnO_3$ $(0 < y < 0{,}2)$ crecidos sobre sustratos de $Si/SiO_2$ por medio de la técnica de ablación laser (PLD).

Se observan diferencias significativas entre los resultados obtenidos para el blanco y para la película, fundamentalmente un cambio de alrededor de $100K$ en la temperatura de transición.

## 150. Efectos magnetoelásticos en nanohilos de Ni embebidos en matrices auto-organizadas de alúmina, evidencias de FMR

Forzani L[1],Ramos C[2],Vasallo Brigneti E[3],Gennaro A[4],Koropecki R[1]

[1] *Instituto de Física de Santa Fe - IFIS - CONICET*

[2] *Laboratorio de Resonancias Magnéticas, Centro Atómico Bariloche, Gerencia de Física, CNEA.*

[3] *Instituto Balseiro - Universidad Nacional de Cuyo*

[4] *Departamento de Física, Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas, Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe*

Mediante Resonancia Ferromagnética medimos la anisotropía magnética en función de temperatura de nanohilos de níquel crecidos mediante electrodeposición pulsada en los nanoporos auto-organizados de una matriz de alúmina (NPA) autosostenida. Se observó una disminución de la anisotropía magnética de aproximadamente 20 % al disminuir la temperatura desde temperatura ambiente hasta 120 K. Esta disminución es consistente con importantes efectos magnetoelásticos con la matriz de alúmina. Estos resultados indicarían que la expansión térmica de la NPA es muy inferior a la expansión térmica de la NPA reportada por Zhang et al (Nanoscale and Microscale Thermophysical Engineering, 13: 243–252, 2009).

## 151. El Imán que Cayó del Cielo (cenizas del volcán Puyehue estudiadas mediante magnetización, resonancia magnética y DTA-TG)

Remaggi L[1],Ramos C[2 3],Winkler E[4 2]

[1] *Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad Nacional de Cuyo*

[2] *Laboratorio de Resonancias Magnéticas, Centro Atómico Bariloche, Gerencia de Física, CNEA.*

[3] *Centro Regional Universitario Bariloche - Universidad Nacional del Comahue*

[4] *Instituto Balseiro - Universidad Nacional de Cuyo*

Presentamos resultados de mediciones de magnetización en función de temperatura (5K-973K) de cenizas del cordón Caulle-Puyehue recogidas en Bariloche tras la erupción del 4 junio de 2011. En las mismas muestras se realizaron medidas de resonancia ferromagnética (FMR) por encima de temperatura ambiente que indican una disminución de la magnetización a temperaturas cercanas a 200C. Las medidas magnéticas y FMR resultan consistentes en la evidencia de una transformación magnética a temperaturas cercanas a 200C evidenciando irreversibilidad térmica tras el primer calentamiento por encima de esta temperatura. Este comportamiento de irreversibilidad por debajo de 500K no se evidencia en mediciones Termo Gravimétricas combinadas con Análisis Térmico Diferencial (DTA). El análisis con DTA, por otra parte, muestra una clara transformación irreversible cercana a los 900C y otra a los 1100C (en subida) que convergen en un pico al descender la temperatura. Esto indicaría que las muestras en el magma no superan los 900C. No observamos una marcada pérdida de masa asociada con estas transformaciones entre 900 y 1200C. Se comentan sobre la composición química obtenida mediante medidas de SEM. Los difractogramas de RX en muestras vírgenes y muestras separadas magnéticamente indican que estas últimas poseen menor contribución de material amorfo.

## 152. Estadística de avalanchas en paredes de dominios magéticos en películas delgadas

Grassi M[1],Bustingorry S[2],Kolton A[1 2],Fernández Aguirre I[1],Mougin A[3],Jeudy V[3],Rojas-Sanchez J C[4 5],George J[5],Collin S[5],Curiale J[1 2]

[1] *Instituto Balseiro - Universidad Nacional de Cuyo*

[2] *Centro Atómico Bariloche - CONICET, Comisión Nacional de Energía Atómica*

[3] *Laboratoire de Physique des Solides, CNRS, Université Paris-Sud, France*

[4] *Institut Jean Lamour, UMR CNRS 7198, Univ. de Lorraine, BP 70239, F-54506 Vandoeuvre, Francia*

[5] *Unité Mixte de Physique CNRS/THALES, Université Paris Sud 11, F-91767 Palaiseau Cedex, France*

El estudio de la estructura y dinámica de las paredes de dominios magnéticos es de gran interés para la comprensión de problemas fundamentales y aplicados en el ámbito de la física de la materia condensada. Entre ellos podemos destacar el estudio de los mecanismos de inversión de la magnetización en películas delgadas y el desarrollo de nuevas memorias magnéticas. En

este trabajo presentamos un estudio del movimiento de las paredes de dominios magnéticos en películas delgadas con anisotropías perpendicular de Pt/Co/Pt y Pt/$[Co/Ni]_3$/Al. En particular nos enfocamos en la región de baja velocidad, donde fue posible observar que la evolución de la magnetización del sistema está dada por la ocurrencia de avalanchas que dan lugar al avance de las paredes de dominio. Para visualizar estos eventos en forma directa utilizamos un microscopio magneto-óptico de efecto Kerr polar. Fue posible medir la estadística de la distribución de tamaños de las avalanchas. Además, se realizaron comparaciones con simulaciones numéricas recientes.

## 153. Estructura magnética de equilibrio de ferrita de Zn: estudio mediante cálculos ab-initio y simulaciones Montecarlo

Melo Quintero J J[1],Gómez Albarracín F[1],Rosales D[1],Errico L A[1 2],Rodríguez Torres C[1]

[1] *Departamento de Física e Instituto de Física La Plata (IFLP, CCT La Plata, CONICET-UNLP), Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Plata, CC 67, 1900 La Plata, Argentina*

[2] *Universidad Nacional del Noroeste de la Pcia. de Bueno Aires(UNNOBA), Monteagudo 2772, (2700) Pergamino, Argentina*

Las ferritas ($MFe_2O_4$, M: metal de transición) son una de las familias de materiales magnéticos más ampliamente estudiados debido a sus diversas propiedades estructurales y magnéticas. En las últimas décadas, progresos en técnicas de síntesis han iniciado una nueva oleada de interés en ferritas con el fin de mejorar sus propiedades físicas y expandir sus aplicaciones tecnológicas. Entre estas aplicaciones se puede citar dispositivos de microondas y dispositivos de grabación magnéticos o magneto-óptica, unidades de almacenamiento, electrodos de baterías, supercapacitores, etc. Más recientemente, las ferritas han surgido como una alternativa muy interesante para su posible aplicación en espintrónica.

Las ferritas cristalizan en una estructura cúbica centrada en las caras con empaquetamiento compacto y ocho fórmulas unidad en la celda. Este tipo de sistemas se caracteriza por su arreglo atómico, caracterizado por dos sitios para los cationes, los llamados sitios A que presentan una coordinación tetraedral de oxígenos y los sitios B (coordinación octaedral por 6 átomos de oxígeno). En la ferrita de Zn ($ZnFe_2O_4$) los Zn2+ ocupan sitios A y los Fe3+ sitios B. Los sitios Fe3+ en esta estructura están localizados en los vértices de un tetraedro de hierros y cada vértice del tetraedro es compartido por dos tetraedros. La estructura que forman los iones magnéticos es similar a la que presentan varios sistemas pirocloros en los que se sabe hay frustración geométrica tridimensional dando como resultado estados base poco usuales como vidrios de espín, hielos de espín, etc. La ferrita de Zn es un antiferromagneto con una temperatura de Neel del orden de los 10.5 K. Sin embargo en base a medidas de susceptibilidad magnética y difracción de neutrones se ha observado un orden de corto alcance con una temperatura de Curie-Weiss del orden de 100 K. Sobre la estructura magnética de equilibrio de la ferrita de Zn se han reportado resultados contradictorios por lo que su configuración de equilibrio es aún motivo de debate [referencias]. En este trabajo se presentarán los resultados preliminares de un estudio conjunto basado en cálculos por primeros principios y simulaciones Monte Carlo Metropolis cuyo objetivo fue obtener la configuración magnética de equilibrio de la ferrita de Zn. Mediante los cálculos basados en primeros principios se determinaron las constantes de intercambio de primeros, segundos y terceros vecinos. Se realizaron simulaciones de Montecarlo para un sistema de espines clásicos (Heisenberg) tomando como punto de partida las constantes de intercambio obtenidas. Primeramente, se estudió la curva de susceptibilidad magnética, para ser contrastada con medidas experimentales realizadas sobre muestras monocristalinas publicadas en la literatura [referencias]. En una segunda etapa, se explorarán los posibles órdenes magnéticos a bajas temperaturas según las constantes

de intercambio propuestas.

## 154. Estudio de la distribución de tamaños de granos de magnetita single-domain a partir de la caracterización de curvas de magnetización.

Somacal A[1],Sapienza F F[1]

[1] *Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad de Buenos Aires*

Es de gran interés en el paleomagnetismo el estudio y la caracterización de las propiedades magnéticas de las rocas naturales. Comprender como adquieren su magnetización remanente permite, entre otras cosas, entender el proceso geológico involucrado en la formación y evolución de una determinada área geográfica. La magnetita es el principal mineral magnético presente en las rocas. En este trabajo, se utilizan muestras artificiales de magnetita single-domain con concentraciones y distribuciones de tamaño de grano conocidas (censada mediante el análisis de imágenes SEM). Mediante un magnetizador de campos alternos y un magnetizador de pulso se obtienen curvas de magnetización que permiten caracterizar las propiedades microscópicas de las muestras. Se propone un modelo teórico que permite realizar un ajuste confiable de las curvas de magnetización y a partir del cual se pueden inferir parámetros subyacentes a la distribución de magnetita.

## 155. Estudio de la rotación de patrones magnéticos en láminas delgadas de $Fe_{0,8}Ga_{0,2}$

Toribio M[1],Bustingorry S[2],Milano J[1 2]

[1] *Instituto Balseiro - Universidad Nacional de Cuyo*

[2] *Centro Atómico Bariloche - CONICET, Comisión Nacional de Energía Atómica*

Una muestra de $Fe_{0,8}Ga_{0,2}$ presenta dominios de magnetización fuera del plano en forma de franjas orientadas en una dirección que corresponde al último estado visitado con magnetización homogénea en el plano. La orientación de las franjas puede entonces ser modificada aplicando un campo magnético en el plano que sea suficientemente intenso en otra dirección. Para la caracterización de este fenómeno de rotación se realizaron mediciones con la técnicas de Magnetometría de Muestra Vibrante y Microscopía de Fuerza Magnética. Posteriormente se complementaron estas mediciones con simulaciones numéricas del fenómeno de rotación con el objetivo de reproducir los datos obtenidos experimentalmente. Para ello se utilizó un modelo alternativo que, a diferencia de modelos micromagnéticos, solo considera explícitamente la componente del momento magnético fuera del plano.

## 156. Estudio de las propiedades físicas de films delgados mesoporosos de TiO2 infiltrados con nanopartículas de óxido de hierro en función del espesor del film

Martínez L P[1],Nuñez Barreto N[1],Fuertes M C[2],Granja L P[1],Zelcer A[3]

[1] *Departamento de Física de la Materia Condensada, Gerencia de Investigación y Aplicaciones, CAC-CNEA*

[2] *Gerencia Química, CAC - CNEA*

[3] *Centro de Investigaciones en Bionanociencias, MINCyT*

Las nanopartículas (NPs) de magnetita han sido ampliamente estudiadas y se han propuesto múltiples aplicaciones para las mismas. Sin embargo, aún no ha sido posible incorporar eficien-

temente NPs en sensores y dispositivos de memoria.[1,2] En este marco, nosotros estamos estudiando la posibilidad de utilizar *películas delgadas mesoporosas (PDMP) de óxidos simples como esqueleto para la formación de arreglos altamente ordenados de nanopartículas magnéticas*.[3] Las PDMP son especialmente interesantes porque combinan las propiedades de un sistema poroso altamente controlado (naturaleza y composición del esqueleto inorgánico, tamaño, distribución espacial, etc.) y aquéllas propias de un film delgado (control del espesor y de la organización espacial, composición, transparencia, posibilidad de conexión con un electrodo, etc).[4] Actualmente se han desarrollado exitosamente diferentes métodos químicos para sintetizar NPs metálicas dentro de los poros.[5]
En este trabajo estudiamos la dependencia de las propiedades físicas de compositos de NPs de óxido de Fe ($Fe_xO_y$) en PDMP de $TiO_2$ en función del espesor del film. Se utilizaron PDMP con dos tamaños de poros característicos (5 nm y 10 nm) depositadas sobre sustrato de vidrio y silicio.
La caracterización estructural de las muestras se hizo mediante elipsoporosimetría ambiental y difracción de rayos X. Usando microscopía electrónica de trasmisión y de barrido, y espectroscopía UV-Visible, se pudo determinar la evolución del llenado de los poros y comprobar la presencia de las NPs. Las propiedades magnéticas de las nanoestructuras obtenidas fueron estudiadas en función de campo magnético (hasta 3 T) y temperatura (50 K-300 K).

[1] M. Ziese, M. J. Thornton (eds.) "Spin Electronics", Springer (2000)
[2] S. Karmakar, S. Kumar, R. Rinaldi and G. Maruccio, Journal of Physics: Conference Series 292, 012002 (2011)
[3] E. H. Otal, P. C. Angelomé, S. Aldabe-Bilmes, G.J.A.A. Soler-Illia, *Adv. Mater.* 18, 934 (2006) ; M. C. Fuertes, G. J. de A. A. Soler-Illia, *Chem. Mater.* 18, 2109 (2006)
[4] P. C. Angelomé, G. J. A. A. Soler-Illia, *Chem. Mater.*, 17, 322 (2005)
[5] P. C. Angelomé and L. M. Liz-Marzán, J. Sol-Gel Sci. Technol.,70, 180 (2014)

## 157. Estudio de las propiedades magnéticas de manganitas por medio de simulaciones de Monte Carlo con modelos mínimos y comparación con experimentos

Passanante S[1],Pastorino C[1],Urrutia I[1],Quintero M[2 1 1]
[1] *Departamento de Física de la Materia Condensada, CAC, CNEA*
[2] *Escuela de Ciencia y Tecnología, UNSAM*

Se estudiaron las propiedades magnéticas de sistemas de $La_{0,5}Ca_{0,5}MnO_3$ mediante simulaciones numéricas y se comparó con resultados experimentales previamente obtenidos. Las muestras estudiadas de $La_{0,5}Ca_{0,5}MnO_3$ presentan comportamientos distintos según sea su tamaño de grano. Para el estudio numérico se utilizó un Hamiltoniano del tipo Ising con interacción a primeros y segundos vecinos, se simularon redes cuadradas de 50x50 espines con condiciones de contorno periódicas y en función de los resultados se fue modificando el modelo para poder explicar y comparar con las muestras experimentales.

## 158. Estudio de superconductores mesoscópicos mediante el uso de microbobinas planares

Ibañez Bustos R V[1],Dolz M I[1 2],Romá F J[1 2],Pastoriza H[3 4]

[1] *Departamento de Física, Facultad de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales - Universidad Nacional de San Luis*

[2] *Instituto de Física Aplicada,CONICET-UNSL*

[3] *Laboratorio de Bajas Temperaturas, Centro Atómico Bariloche, CNEA*

[4] *Centro Atomico Bariloche - Comisión Nacional de Energía Atómica*

El desarrollo de nuevos micro-sensores (del tipo Hall, SQUID o incluso micro-electro-mecánicos) ha permitido recientemente estudiar las propiedades físicas de muestras magnéticas de tamaño micrométrico. Aunque estos dispositivos tienen una gran sensibilidad, sólo pueden usarse en un rango determinado de valores de campo externo, temperatura, presión, etc, y además, para su construcción, se requiere el uso de técnicas muy especializadas. Los sensores inductivos, por otro lado, son más versátiles y más sencillos de diseñar y construir. En este trabajo se presenta la caracterización e implementación de un micro-sensor inductivo, con el cual fue posible realizar mediciones magnéticas de muestras superconductoras de $Bi_2Sr_2CaCu_2O_8$ (BSCCO) de tamaños micrométricos.

El micro-sensor está constituido por dos micro-bobinas planares idénticas de geometría octogonal, conectadas en serie pero con sentidos de giro opuestos. Estas dos estructuras se posicionan una arriba de la otra de tal manera que, ante la presencia de campos magnéticos alternos externos, las tensiones inducidas en los extremos de cada una de ellas se cancelan exactamente (ya que ambas tensiones tienen la misma magnitud pero son de signo opuesto). De esta manera, si se coloca una muestra magnética sobre una de las micro-bobinas, la distorsión o el apantallamiento que se producirá del campo externo, descompensará al sistema generando una señal eléctrica que es posible detectar con un amplificador lock-in. Con este dispositivo se estudiaron muestras de geometría cuadrada y circular, fabricadas a partir de un mismo monocristal macroscópico de BSCCO: todas las muestras tienen 1 $\mu$m de espesor, pero las dimensiones características (el lado o el diámetro) están comprendidas entre 50 y 20 $\mu$m. Los resultados obtenidos indican que con este micro-sensor inductivo, es posible realizar mediciones de susceptibilidad magnética con una alta sensibilidad, comparable a la que tienen otro tipo de dispositivos.

## 159. Estudio experimental de la dinámica de movimiento y desanclaje de columnas y paredes formadas por partículas magnéticas activas, a través de imágenes de video-microscopía.

Llera M[1],Jorge G[1 2]

[1] *Instituto de Ciencias - Universidad Nacional de General Sarmiento*

[2] *Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas*

Una dispersión de partículas ferromagnéticas micrométricas en medio acuoso sometida a un campo homogéneo desarrolla un sistema de estructuras columnares paralelas al campo aplicado. Si a ese sistema se lo somete a un campo perpendicular circular, las columnas giran introduciendo complejas interacciones hidrodinámicas y magnéticas entre ellas. Análogamente, si el campo aplicado en el plano horizontal es uniaxial (o elíptico con una anisotropía grande), se forman paredes de partículas activas que pueden luego moverse con un gradiente gravitatorio. En ambos casos se observa una dinámica colectiva muy interesante para su estudio experimental. El dispositivo desarrollado para este estudio posee tres pares ortogonales de bobinas Hemlholtz anidadas para

producir campo homogéneo en el eje vertical y circular en el plano horizontal. La dinámica de columnas y paredes se estudia a través del análisis de imágenes de video utilizando rutinas de ImageJ y Phyton. Se obtienen así velocidades características en función de diferentes parámetros como la frecuencia e intensidad de campos magnéticos aplicados y características del medio portante. También se introduce anclaje pseudo-periódico a través de medios mecánicos en la superficie inferior del recipiente, y se estudia los mecanismos de desanclaje o depinning de los sistemas. El estudio de estos sistemas magnéticos activos resulta de interés en el contexto de la física estadística fuera del equilibrio.

## 160. Fenómenos exóticos en la red hexagonal altamente frustrada bajo la acción de un campo magnético

Gomez Albarracin F A[1 2],Cabra D C[1 2],Rosales H D[1 2]

[1] *Instituto de Física, Facultad de Cs. Exactas, Universidad Nacional de La Plata*

[2] *Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Plata*

En los sistemas magnéticos, la frustración entre diferentes interacciones entre espines puede dar lugar a distintos fenómenos exóticos como por ejemplo orden por desorden cuántico y térmico, líquidos de espín, entropía extensiva. Los sistemas altamente frustrados son ideales para explorar este tipo de fases. En este trabajo presentamos un estudio de la red hexagonal en el punto de máxima frustración bajo la acción de un campo magnético. Mostramos analíticamente, utilizando el conteo de grados de libertad, cómo en el caso clásico, según la dimensión de los espines, puede esperarse una variedad de fases no triviales degeneradas, selección entrópica de estados (orden por desorden) y pseudo-plateaux en la curva de magnetización. Luego, a través de simulaciones de Monte Carlo, caracterizamos las fases de baja temperatura para espines de 2 y 3 componentes (XY y Heisenberg). En el caso XY observamos orden por desorden térmico y la aparición de pseudo-plateaux. En el caso de Heisenberg, el sistema se comporta como un líquido de espines clásico.

## 161. Fenómenos quirales en multicapas magnéticas de Co/Ni observados mediante microscopía PMOKE

Albornoz L J[1 2],Caballero N B[2],Fernández Aguirre I[1],Grassi M[1],Bustingorry S[2],Kolton A B[1 2],Jeudy V[3],Rojas-Sanchez J C[4 5],Collin S[4],George J[4],Curiale J[1 2]

[1] *Instituto Balseiro - Universidad Nacional de Cuyo*

[2] *Centro Atómico Bariloche - CONICET, Comisión Nacional de Energía Atómica*

[3] *Laboratoire de Physique des Solides, Universite Paris-Sud, CNRS, UMR8502, 91405 Orsay, France*

[4] *Unité Mixte de Physique CNRS/THALES, Université Paris Sud 11, F-91767 Palaiseau Cedex, France*

[5] *Institut Jean Lamour, UMR CNRS 7198, Univ. de Lorraine, BP 70239, F-54506 Vandoeuvre, Francia*

El estudio de la dinámica de las paredes de dominios magnéticos (PDM) en películas delgadas con anisotropía perpendicular al plano se ha convertido en objeto de gran interés en los últimos años. Dicho interés surge tanto desde un punto de vista básico como de los esfuerzos por el desarrollo de dispositivos novedosos.

Recientemente se ha encontrado que, en películas delgadas con anisotropía perpendicular y asimetría de inversión estructural, aparecen interacciones magnéticas que pueden generar PDM cuya estructura interna de espines tiene una quiralidad definida. El origen de este fenómeno se asocia usualmente a la denominada *interacción de Dzyaloshinskii-Moriya*, que puede ser relevante en dichos sistemas. La existencia de esta interacción tiene consecuencias muy interesantes ya que

produce estructuras de espines con propiedades topológicas particulares, entre las que podemos citar por ejemplo a los *skyrmiones*, que prometen una diversidad de aplicaciones tecnológicas.

Una de las herramientas experimentales más apropiadas para el estudio de la dinámica de PDM es la microscopía magneto-óptica de efecto Kerr polar (PMOKE). En este trabajo, utilizamos la microscopía PMOKE para realizar estudios sobre la aparición de efectos quirales en una muestra de $\mathrm{Pt(6)/[Co(0{,}2)/Ni(0{,}6)]_3/Ta(5)}$. Los números entre paréntesis indican espesores nominales en nm y el subíndice después del corchete indica el número de bicapas magnéticas de Co/Ni.

Para caracterizar la dinámica del sistema, observamos la respuesta de las PDM ante la aplicación de un campo magnético perpendicular al plano de la muestra. Además, en este estudio es fundamental la aplicación de un campo magnético paralelo al plano de la muestra que produce una asimetría en el avance de las PDM que depende de su estructura interna. Resultados preliminares indican que en la muestra estudiada existen efectos de asimetría similares a los observados previamente en otras películas delgadas y cuyo origen podría ser atribuído a la interacción de Dzyaloshinskii-Moriya.

## 162. Implementación de un magnetómetro de torque basado en un método capacitivo

Leiva L[1 2],Correa V F[3]

[1] *Instituto Balseiro - Universidad Nacional de Cuyo*

[2] *Laboratorio de Bajas Temperaturas del Centro Atomico Bariloche (CNEA)*

[3] *Laboratorio de Bajas Temperaturas, Centro Atómico Bariloche - CONICET*

La magnetometría de torque es una técnica que permite alcanzar altas sensibilidades y que contempla la posibilidad de medir en campos magnéticos tan altos como la muestra lo permita. En este trabajo se implementó un magnetómetro del tipo capacitivo que relaciona el torque magnético, producto de la interacción del momento magnético de la muestra con un campo externo aplicado, con la deflexión de una membrana de $CuBe$ acoplada capacitivamente a una lámina metálica rígida.

Con este dispositivo se estudiaron dos muestras macroscópicas monocristalinas: la primera fue de un superconductor de alta temperatura crítica, el $Bi_2Sr_2CaCu_2O_{8+\delta}$ que presentaba una altísima anisotropía debida a la baja dimensionalidad del sistema, consecuencia de su particular estructura cristalina. Se aprovechó esta característica, que se reflejaba en una orientación preferencial de la magnetización, para poder obtener una medición directa de la magnetización de la misma. Esta fue medida para temperaturas de 18 K, 25 K, 28 K y 30K, obteniendo resultados comparables a los de un magnetómetro tipo SQUID. A partir de esta comparación se hizo una calibración del dispositivo y con ello una estimación de la sensibilidad. Se obtuvo una sensibilidad que disminuía con el campo, del orden de $10^{-7}$ *emu* para un campo de 1 T, también comparable a la de los magnetómetros comerciales para muestras macroscópicas más precisos. [1]

La segunda muestra estudiada fue de $GdRhIn_5$, un compuesto que presenta una anisotropía muy débil y caracterizado por observarse en el mismo una transición antiferromagnética de segundo orden a 40K. En este caso no se pudo obtener una medición directa de la magnetización, pero sí se obtuvo información sobre la anisotropía magnética midiendo el torque para distintos ángulos. Se compararon mediciones del comportamiento de la magnetización en función del campo aplicado hechas por debajo y por encima de la temperatura de transición, obteniendo resultados compatibles con una simulación computacional. La importancia de este resultado radica en que

este método permite medir anisotropías tan pequeñas que no habían podido detectarse con un magnetómetro SQUID.

A fines prácticos este torquímetro resultó un instrumento versátil de alta sensibilidad que permitió efectuar mediciones rápidas, del orden de 6 segundos por punto, de la magnetización de muestras macroscópicas. En este trabajo se presentan los detalles del dispositivo y los resultados obtenidos para campos magnéticos en el rango de 0 T a 1 T provistos por un imán de piezas polares.

[1] C.D. Graham - High Sensitivity Magnetization Measurements - Journal of Materials Science And Technology 16 - 2000 - pág. 97.

## 163. Interacción de intercambio entre centros magnéticos mediada por puentes de hidrógeno y $\pi$-$\pi$ según cálculos de primeros principios.

Pérez A L[1],Neuman N I[1],Baggio R[2],Ramos C[3],Tinte S[4],Dalosto S D[4],Rizzi A C[1],Brondino C D[1]

[1] *Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas - Universidad Nacional del Litoral*

[2] *Gerencia de Investigaciones y Aplicaciones - CAC - CNEA*

[3] *Centro Atomico Bariloche - Comisión Nacional de Energía Atómica*

[4] *Instituto de Física del Litoral (UNL-CONICET)*

Las interacciones hidrofóbicas y de puente de hidrógeno son fuerzas intermoleculares que estabilizan la estructura de compuestos orgánicos e inorgánicos. En el caso de compuestos que contienen metales de transición paramagnéticos, estas interacciones determinan el acoplamiento de intercambio, Jexc, y así el estado fundamental antiferromagnético o ferromagnético del compuesto. Nos interesa comprender la contribución de los puentes de hidrógeno al intercambio Jexc en sistemas modelo, que luego permita entender como esas interacciones participan en sistemas de relevancia biológica. Como sistema modelo estudiamos el compuesto pyridine-2,6-dicarboxylato)Cobre(II) (que llamaremos, CuDipic). Este compuesto esta formado por cadenas de iones Cu(II) acoplados por interacciones tipo $\pi$-$\pi$ y de puente de hidrógeno con conexiones intercadenas mediadas también por puentes de hidrógeno. En este trabajo estudiamos mediante cálculos de primeros principios como los diferentes caminos para el superintercambio entre cobres en el compuesto CuDipic determinan el estado magnético fundamental, la deslocalización electrónica y la fluctuación del intercambio Jexc asociada a las fluctuaciones estructurales. Se encontró que el estado fundamental es antiferromagnético intracadena y dominado por interacciones $\pi$-$\pi$ con un Jexc -0.12 $cm^{-1}$, además la interacción entre cadenas también es antiferromagnética y de dos ordenes de magnitud menor al intracadena. Los resultados son discutidos junto con datos experimentales de resonancia paramagnética electrónica de polvo y monocristales, de susceptibilidad magnética medida entre 1.8 K y 100 K con un campo magnético de 100 Oe y de rayos-X.

## 164. Magnetismo cuántico frustrado en escaleras y tubos de espín: Aplicación al compuesto $Sul - Cu_2Cl_4$

Arlego M[1],Lamas C[1],Elias F[1]

[1] *Instituto de Física, Facultad de Cs. Exactas, Universidad Nacional de La Plata*

Las escaleras de espin $\frac{1}{2}$ con un número par de patas son el ejemplo paradigmático del magnetismo cuántico de bajas dimensiones. Estos sistemas exhiben una variedad de propiedades tales

como la pérdida de orden de largo alcance debido a fluctuaciones cuánticas, gap de energía y estados ligados, entre otras. En presencia de un campo magnético externo el gap puede cerrarse, cambiando totalmente las propiedades del sistema. Desde un punto de vista teórico se ha logrado una comprensión bastante completa de estos sistemas. Por otro lado, la realización experimental de estos sistemas es escasa, en parte debido a la ausencia de una baja dimensionalidad efectiva del material o las escalas de energía involucradas, que no son accesibles experimentalmente. Un compuesto analizado en este contexto es $Cu_2Cl_4D_8C_4SO_2(Sul-Cu_2Cl_4)$. Su estado fundamental es un singlete con un gap del orden 0.5 meV y posee correlaciones de tipo inconmensurado, inducidas por frustración geométrica. Además, dicho material muestra un salto en la curva de magnetización para un valor de campo magnético de aproximadamente 22.8 T, que señala una transición de fase de primer orden. Para describir las propiedades de este material se han propuesto básicamente dos tipos de modelos. Uno de ellos se basa en escaleras de dos patas frustradas, que contienen además un patrón de dimerización a lo largo de las patas [1]. El otro modelo propuesto se basa en una estructura de tubo de espin de 4 patas, con frustración entre patas [2]. En este trabajo presentamos parte de un estudio comparativo de los diferentes modelos propuestos, en busca de una descripción realista de dicho material, incluyendo diferentes juegos de acoplamientos frustrantes y no frustrantes, los efectos de temperatura, y un campo magnético. Este trabajo es continuación de investigaciones previas llevadas a cabo por nuestro grupo, enfocados principalmente en el modelo del tubo de espín [3, 4]. En nuestra investigación utilizamos diferentes técnicas numéricas como: diagonalización exacta (ED), grupo de renormalización de la matriz densidad (DMRG), series cluster expansion (SCE), teoría de campo medio de bosones de Schwinger y operadores de bond (SBMFT) y (BOMFT) respectivamente.

[1] Crystal structure and magnetic properties of the quasi-one-dimensional quantum spin system $Cu_2Cl_4H_8C_4SO_2$, M. Fujisawa, J.-I. Yamaura, H. Tanaka, H. Kageyama, Y. Narumi, and K. Kindo, Journal of the Physical Society of Japan, **72**, 3 (2003).
[2] Excitations in a Four-Leg Antiferromagnetic Heisenberg Spin Tube, V. O. Garlea, A. Zheludev, L.-P. Regnault, J.-H. Chung, Y. Qiu, M. Boehm, K. Habicht, and M. Meissner, Physical Review Letters **100**, 037206 (2008).
[3] Quantum phases of a frustrated four-leg spin tube, M. Arlego, W. Brenig, Y. Rahnavard, B. Willenberg, H. D. Rosales, and G. Rossini, Physical Review B **87**, 014412 (2013).
[4] Magnetization plateaus and jumps in a frustrated four-leg spin tube under a magnetic field, F. A. Gómez Albarracín, M. Arlego y H. D. Rosales, Physical Review B **90**, 174403 (2014).

## 165. Magnetismo en nanocintas de PtSe2 con bordes dopados con metales de transición

Perea Acosta J D[1],Guller F[1],Barral M A[1],Llois A M[1]
[1] *Departamento de Física de la Materia Condensada, CAC, CNEA-CONICET*

Los dicalcogenuros de metales de transición (TMDC) son materiales con una estructura laminar similar a la del grafito. Como ocurre con este último, a partir de la estructura de volumen pueden aislarse monocapas 2D individuales de estructura hexagonal. Dichas monocapas cristalizan en una de dos estructuras posibles, abreviadas 2H y 1T, y las mismas pueden cortarse para obtener nanocintas 1D. Por selenización directa de Pt(111) es posible lograr el crecimiento epitaxial de una monocapa de PtSe2 sobre esta superficie . La estructura atómica de la monocapa, que es del tipo 1T, fue determinada combinando LEED y STM y por medio de ARPES y cálculos DFT. Esta monocapa es semiconductora a pesar de que el PtSe2 es metálico en volumen. En este

trabajo hallamos la estructura magnética colineal de más baja energía de cintas de borde zigzag obtenidas a partir de estas monocapas, a las cuales se les han dopado los bordes con átomos de metales 3d. En un trabajo anterior ya habíamos determinado que estos bordes sin dopar presentan características metálicas.

## 166. Propiedades Elásticas, Estructura Electrónica y Propiedades Magnéticas de la Doble Perovskite $Ba_2NiMoO_6$

Deluque Toro C E[1],Mosquera Polo A[1],Gil Rebaza A V[2 3],Landínez Téllez D A[4],Roa-Rojas J[4]

[1] *Grupo de Nuevos Materiales, Universidad de la Guajira, Riohacha, Colombia*

[2] *Departamento de Física e Instituto de Física La Plata (IFLP, CCT La Plata, CONICET-UNLP), Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Plata, CC 67, 1900 La Plata, Argentina*

[3] *Grupo de Estudio de Materiales y Dispositivos Electrónicos, Dpto. de Electrotecnia, Fac. de Ingeniería, UNLP*

[4] *Grupo de Física de Nuevos Materiales, Departamento de Física, Universidad Nacional de Colombia, AA 5997, Bogotá DC, Colombia*

Recientemente, las doble perovskitas con formula genérica $A_2BB'O_6$ han sido ampliamente investigados debido a su interesantes y exóticas propiedades magnéticas, tales como ferromagnetismo fuerte, polarización ferroeléctrica, magnetoresistencia gigante, magneto-electricidad, entro otras. Haciendolos buenos candidatos para nuevas tecnologías en dispositivos magnéticos dentro del ámbito de la espintrónica, especialmente como puntas de lectura y grabado magnético en discos duros de alta capacidad de almacenamiento magnético o válvulas de espín para memorias RAM.

En el presente trabajo, estudiamos las propiedades estructurales, elásticas y magnéticas del compuesto $Ba_2NiMoO_6$ por medio de cálculos de primeros principios basados en la Teoría de la Funcional Densidad, la funcional de intercambio-correlación ha sido descrita por el esquema GGA-PBE. Las propiedades estructurales y elásticas han sido estudiadas usando el método FP-LAPW (Wien2k), donde los valores de los parámetros de red obtenidos están en buen acuerdo con resultados experimentales obtenidos de la bibliografía. Con el propósito de encontrar el estado antiferromagnético de mínima energía, se estudiaron diferentes configuraciones antiferromagnéticas entre los átomos de Ni, siendo necesario el uso de una supercelda $2 \times 2 \times 2$ de $Ba_2NiMoO_6$ permitiendonos explorar diferentes planos de propagación del antiferromagnetismo, tales como [001], [110] y [111]. De los cálculos, se obtuvo que el caso [111] es la configuración de mínima energía, el cual concuerda con medidas experimentales de magnetización y difracción de neutrones. Todos los cálculos de concernientes a las propiedades magnéticas del $Ba_2NiMoO_6$ fueron realizadas usando el método de pseudopotenciales PAW y ondas planas (Quantum Espresso).

## 167. Propiedades estructurales, de transporte y magnéticas de películas delgadas de $MgFe_2O_4$ crecidas a partir de multicapas de Fe-O/Mg-O por DC magnetrón sputtering.

Salcedo Rodríguez K L[1],Straube B[2 3],Bridoux G[2 3],Pasquevich G A[1],Perez De Heluani S[2],Rodriguez Torres C[1]

[1] *Instituto de Física La Plata, Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas, UNLP - CONICET*

[2] *Laboratorio de Fisica del Solidos, Dpto. Fisica, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán*

[3] *CONICET*

klsalcedor@fisica.unlp.edu.ar

Las ferritas con estructura espinela, pueden ser normales o invertidas, siendo su forma general $[M_{1-x}Fe_x]A(M_xFe_{2-x})BO_2$, donde M corresponde a un ión divalente o tetravalente (Zn, Mg, Ti, Al, Co, etc.), x es un parámetro que expresa el grado de inversión (x=0 corresponde a la estructura espinela normal, x=1 corresponde a la estructura invertida) y los corchetes [] y () indican las posiciones tetraedrales y octahedrales correspondientes a los sitios A y B en la estructura, respectivamente. La ferrita de magnesio ($MgFe_2O_4$) presenta una estructura espinela parcialmente invertida ($0 < x < 1$). Este ordenamiento iónico en su estructura cristalina promueve las interacciones de intercambio entre los átomos de Fe en sitios A y B (antiferromagneticas) las que dominan sobre las interacciones BB. Por esta razón el sistema presenta un comportamiento ferrimagnético blando (baja coercitividad y alta remanencia) con una alta temperatura de Curie. Puesto que además es un semiconductor tipo n, con alta estabilidad química y un band gap del orden de 2.0 eV, se convierte en un sistema de interés en diferentes áreas como catálisis, fotocatálisis, sensores de absorción, baterías de litio, en terapia oncológica por hipertermia magnética y espintrónica [1-4], entre otros. Por otra parte, la preparación de estos materiales en forma de películas delgadas es esencial para la utilización de los mismos para dispositivos electrónicos y espintrónicos.

En este trabajo presentamos la caracterización de las propiedades estructurales, magnéticas y de transporte de películas delgadas de MgFe2O4, sintetizadas a partir de multicapas de FeO/MgO por DC Magnetrón sputtering, sobre sustratos de MgO y $SrTiO_3$ (STO). Las muestras fueron caracterizadas por Difracción de rayos X, Microscopia de Fuerza Atómica, Magnetometría de muestra vibrante, SQUID y medidas de transporte eléctrico. Son ambas trasparentes al visible, monocristalinas (orientadas en la dirección (100)) y ferromagnéticas con la más alta magnetización de saturación reportada para estos sistemas en forma de películas. En cuanto a las propiedades de transporte eléctrico, las mismas resultaron semiconductoras. En el caso de la película depositada sobre STO presenta fotoconductividad lo que hace al sistema interesante para su aplicación como fotosensores.

1- Guido Busca, ElisabettaFinocchio, VincenzoLorenzelli, MarcellaTrombetta y Stefan A. Rossini, J. Chem. SOC., Faraday Trans 92, pp. 4687-4693 (1996)

2- Muhammad Shahida, Liu Jinglingb, Zahid Alic, Imran Shakird, Muhammad Farooq WarsieRiffatParveenf, Muhammad Nadeemg, Materials Chemistry and Physics 139, pp. 566-571 (2013).

3- Yue Pan, Ying Zhang, Xiaopei Wei, Congli Yuan, Jinling Yin, Dianxue Cao, Guiling Wang., ElectrochimicaActa 109 pp. 89? 94 (2013).

4-Yang Hou, Fan Zuo, Alex Dagg, and Pingyun Feng., Angew. Chem. Int. 52 pp. 1248-1252 (2013)

## 168. Propiedades magnéticas de Nanohilos de Níquel en matrices de Alúmina porosa

Forzani L[1],Gennaro A M[2],Bonín C J[1],Koropecki R R[1]

[1] *Instituto de Física de Santa Fe - IFIS - CONICET*

[2] *Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas - Universidad Nacional del Litoral*

Los nanohilos ferromagnéticos (NHF) fabricados mediante el llenado de membranas de alúmina anódica porosa nanoestructuradas (AAPN) son sistemas muy interesantes por sus propiedades físicas y su potencial para aplicaciones tecnológicas. La anisotropía de forma de los NHF puede ser aprovechada para superar el límite superparamagnético en dispositivos de almacenamiento magnético de alta densidad. Las fluctuaciones térmicas pueden invertir la magnetización de na-

nopartículas con monodominios al superar un tamaño crítico. Sin embargo, los NHF poseen una relación de aspecto grande, siendo paralelos entre sí y perpendiculares a la superficie que definirá la resolución del sistema de almacenamiento a través de su pequeña sección transversal, con la energía magnética suficiente para evitar la inversión de la magnetización y así la pérdida de información. En este trabajo se prepararon membranas de AAPN, y se llenaron sus poros con níquel mediante una técnica de electrodeposición pulsada. Se estudiaron las muestras usando resonancia ferromagnética (FMR) variando el ángulo entre el campo magnético y el eje de los poros. Se midió también por efecto Kerr magnetooptico (MOKE) en configuraciones de campo paralelo y perpendicular con respecto al eje de los poros. Tanto el comportamiento del campo central en función del ángulo en FMR, como la señal MOKE demostraron que el eje de magnetización fácil de los nanohilos es paralelo a los ejes de los poros, y que las interacciones dipolares debido a la presencia de nanohilos vecinos son insignificantes en este caso. Más experimentos están en curso con el fin de estudiar la relación entre las condiciones de electrodeposición, la composición de nanohilos y sus propiedades magnéticas. Por otro lado se están buscando medios para eliminar la región dendrítica que aparece al afinar la capa barrera, con el objetivo de obtener nanohilos de Ni cilíndricos, para el posterior estudio mediante microscopía de fuerza magnética (MFM).

## 169. Resonancias ferromagnética y antiferromagnética de ondas de spin y transiciones de campo cristalino en $RCrO_3$ (R= Pr, Sm, Er) a temperaturas ultra-bajas en la región espectral THz

Massa N E[1],Holldack K[2],Ta Phuoc V[3],Sopracase R[3],del Campo L[4],De Sousa Meneses D[4],Echegut P[4],Alonso J A[5]

[1] *Laboratorio Nacional de Investigación y Servicios en Espectroscopía Óptica-Centro CEQUINOR, Universidad Nacional de La Plata, C.C. 962, 1900 La Plata, Argentina,*

[2] *Helmholtz-Zentrum für Materialien und Energie,Institut für Methoden und Instrumentierungder Forschung mit Synchrotronstrahlungam Elektronenspeicherring Albert-Einstein-Str. 15, D-12489 Berlin, Alemania*

[3] *CNRS- Groupe de Recherche en Matériaux, Microélectronique, Acoustique et Nanotechnologies, Université François Rabelais. 37200 Tours, Francia.*

[4] *CNRS-CEMHTI UPR3079, Univ. Orléans, F-45071 Orléans, Francia*

[5] *Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid, CSIC, Cantoblanco, E-28049 Madrid, España.*

La posibilidad de desarrollar materiales con orden magnético simultáneo con un estado polar ha dado lugar a gran actividad buscando optimizar la interacciones dieléctricas y magnéticas. De ellos, las perovskitas distorsionadas, ortoferritas y ortocromitas, son un grupo de óxidos en los cuales se ha focalizado la mayor atención debido a su nominal simplicidad estructural y potenciales propiedades multiferroicas. A pesar de atribuir una deformación polar se los considera ortorrómbicos centrosimétricos a temperatura ambiente (grupo espacial: P*bnm* $D_{2h}{}^{16}$ con cuatro moléculas por celda unidad y con intercambios complejos debido a los dos iones magnéticos (M= metal de transición, R= tierra rara) $M^{3+}$-$M^{3+}$; $M^{3+}$-$R^{3+}$; $R^{3+}$-$R^{3+}$. La subred del metal de transición es antiferromagnética debajo $T_N$ en el $\Gamma_4$ (G*x*, A*y*, F*z*) grupo espacial con un distintivo ferromagnetismo débil (F*z*) originándose en la inclinación de los momentos $M^{3+}$ relativos al plano **ab**. La magnetización espontánea del metal de transición cambia a $T_{SR}$ de orientada a lo largo del eje **a** a paralela al eje **c** siendo antiparalela al momento de la tierra rara. Las ecuaciones de movimiento de las dos subredes de magnetización del metal de transición ligadas por la interacción de intercambio describen precesiones diferentes. Dan lugar a dos modos resonantes que existen debido a campos de intercambio y anisotrópicos. Para sistemas antiferromagnéticos aparecen aún

en la ausencia de un campo externo $H_0$. Se los denomina modo antiferromagnetico (AFM) y modo ferromagnético (FM) porque dependen de las anisotropías en el plano **ac** a lo largo del eje antiferromagnético y en ser estimulado a lo largo del eje ferromagnético, respectivamente. Aquí presentamos mediciones de absorción hechas en HZ, BESSY II, Berlín, de transiciones de campo cristalino en tierras raras y modos resonantes de onda de spin del metal de transición en compuestos isomorfos policristalinos $RCrO_3$ (R= Pr, Sm, Er) bajo campos magnéticos hasta 10 T y a temperaturas ultra bajas. La ausencia de una reorientación de espines en $PrCrO_3$ ($T_{N(Cr)}$ $\sim$ 238 K) con Pr paramagnético, hasta por lo menos 1,4 K, tiene también como consecuencia la no detección de resonancias en nuestro rango de temperaturas. En $PrCrO_3$ detectamos un único singlete (Pr es un ion $4f^2$ no-Kramers) emergiendo a $\sim$39 $cm^{-1}$ y $\sim$100 K en consonancia con nuevos fonones que sugieren un cambio gradual en la red asociada al carácter polar de la fase antiferromagnética. Bajo campos magnéticos externos $H_0$ el desdoblamiento Zeeman tiene un comportamiento lineal del cual se aparta arriba de $\sim$7 T probablemente debido a deformaciones estructurales inducidas por el campo. Al contrario de esto, $SmCrO_3$ ($T_{N(Cr)}$ $\sim$197 K), no tiene transiciones de campo cristalino detectables probablemente debido a la compensación de momentos $M^{3+}$-$R^{3+}$ que es completa a temperaturas inferiores a $T_{SR}$ <40 K. Esto facilita la detección de resonancias AFM y FM en función de la temperatura. A bajos campos tienen un desdoblamiento linear que al incrementar $H_0$ torna los perfiles de ambas bandas en débiles de contornos cuasi-continuos. En $ErCrO_3$ ($T_{N(Cr)}$ $\sim$133 K) las transiciones de campo cristalino así como una más débil atribuida a AFM aparecen a $T_{SR}$ <22 K sugiriendo que la reorientación de espines es acompañada por un cambio estructural. El doblete Kramers de la configuración $4f^{11}$ del Er aparece claramente desdoblado. Cada componente es adicionalmente Zeeman desdoblada por aplicación del campo magnético externo y remarcablemente, hay un desdoblamiento Zeeman ulterior en la rama más energética a campos lo suficientes fuertes como para inducir ferromagnetismo por reorientación de espines. En conjunto, nuestras medidas sugieren un detalle no previsto por la literatura existente pero que deben tenerse en cuenta al recrear las propiedades de estos compuestos.

## 170. Respuesta magnética de nanopartículas en suspensiones coloidales

Lizarraga A M[1]

[1] *Instituto Balseiro - Universidad Nacional de Cuyo*

El fenómeno de absorción de energía con nanopartículas (NPs) magnéticas sometidas a un campo magnético alterno tiene aplicaciones médicas como la hipertermia magnética. Esta terapia consiste en utilizar la energía disipada para destruir células cancerígenas. En suspensiones coloidales de NPs la absorción de energía sucede por dos mecanismos presentes: la relajación de la magnetización y la relajación browniana. En este trabajo se presenta el estudio de la relajación browniana en suspensiones coloidales de NPs de magnetita (Fe3O4) y ferrita de cobalto (CoFe2O4), sintetizadas químicamente. Mediante imágenes TEM se caracterizaron morfológicamente las NPs utilizadas, cuyos diámetros medios fueron de 10 nm, 11 nm y 23 nm. Las propiedades magnéticas de las mismas se obtuvieron utilizando un magnetómetro de muestra vibrante. En todos los casos las NPs presentaron un comportamiento superparamagnético a temperatura ambiente. Se cuantificó la energía absorbida por las muestras a partir de mediciones de ciclos de histéresis bajo la acción de un campo magnético alterno de 80 Oe y 84 kHz. Al inmovilizar las NPs de ferrita de cobalto el valor de la tasa de absorción específica (SAR) disminuyó en un 98 % por lo que se concluye que la relajación browniana es dominante en dichas NPs. Se observó que la viscosidad del medio y el volumen hidrodinámico de las NPs influyen en la SAR

de las muestras.

## 171. Síntesis y caracterización de las propiedades estructurales, morfológicas y magnetostáticas de nanopartículas bimagnéticas $NiFe_2O_4/NiO$ con estructura core/shell

Pedraza L[1]
[1] *Instituto Balseiro - Universidad Nacional de Cuyo*

Resumen Nanopartículas bimagnéticas monodispersas con estructura core/shell de $\mathrm{NiF}e_2O_4/\mathrm{NiO}$ fueron sintetizadas mediante reacción de compuestos orgánicos. Sus propiedades magnéticas, estructurales y morfológicas fueron estudiadas mediante magnetometría, difracción de rayos x y microscopía electrónica. Se reporta un aumento del orden magneto-cristalino y la anisotropía magnética de las nanopartículas luego de recocerlas a temperaturas superiores a 290 K . Se observó evidencia de que a las interacciones de intercambio magnético entre las fases que conforman a las nanopartículas son la causa del endurecimiento magnético del material.

## 172. Transiciones pinning-depinnig (o anclado-desanclado) de la interfaz entre dominios magnéticos

Trobo M L[1 2],Albano E V[1 3]
[1] *Instituto de Física de Líquidos y Sistemas Biológicos, CONICET-UNLP*
[2] *Departamento de Ciencias Básicas, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata*
[3] *Departamento de Física Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Plata, CC 67, 1900 La Plata, Argentina*

Se estudia mediante simulaciones numéricas las propiedades interfaciales de un ferromagneto de Ising bidimensional con constante de acoplamiento $J$ confinado entre paredes paralelas en presencia de defectos. Dichas paredes están separadas por una distancia L y sobre ellas actúan campos magnéticos superficiales de corto alcance de signos opuestos, los que inducen la formación de una interfaz entre dominios magnéticos de diferente orientación. Consideramos también una línea de defectos ubicada en el medio de las paredes de confinamiento, representada por una constante de acoplamiento modificada $J_1 = aJ$ con $0 \leq a \leq 1$. En ausencia de campo de bulk, la intefaz permanece anclada a la línea de defectos a todas las temperaturas. Sin embargo, es posible inducir una transicion pinning-depinning de la interfaz en presencia de campos de bulk. A bajas temperaturas la transicion presenta histéresis la que disminuye al aproximarse a la temperatura crítica de bulk para el modelo de Ising.
Este tópico es de gran interés desde el punto de vista teórico y también relevante para aplicaciones prácticas a fin de comprender la estabilización de interfaces en microtecnología y ciencia de materiales utilizadas en el desarrolo de elementos para el almacenamiento de información.

# MECÁNICA ESTADÍSTICA, FÍSICA NO LINEAL Y SISTEMAS COMPLEJOS

MARTES 04 14:00 - 16:00 hs y 17:30 - 18:00 y MIÉRCOLES 05 14:30 - 16:30 hs. Block 1 y Block 2

## 173. Aplicaciones de geometría informacional en mecánica estadística

Alvarez Y[1],Portesi M[2]
[1] *Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Plata*
[2] *Instituto de Física La Plata, Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas, UNLP - CONICET*

La geometría de la información es el resultado de la aplicación de ideas de geometría diferencial a la teoría de probabilidades, y se extiende entre otras ramas al estudio de la mecánica estadística en el marco de la teoría de la información. En este contexto es posible estudiar sistemas físicos que presentan transiciones de fase, obteniendo una caracterización de fenómenos críticos desde un punto de vista geométrico. El mecanismo consiste en generar, a partir de una medida entrópica de información, una distancia en el espacio de parámetros del problema y estudiar su comportamiento a fin de detectar comportamientos críticos. Un sistema mecanoestadístico de interés es un superconductor de tipo II, para el cual la mejor descripción involucra entropías mixtas de distintos índices entrópicos. En este trabajo se considera la geometrización de la termoestadística de este tipo de sistemas en condiciones de no extensividad, mediante el uso de formas generalizadas de entropía como medida de información para la descripción de fenómenos críticos.

## 174. Cálculo de la función de distribución de pares dependiente del tiempo mediante simulación numérica

Renzi D G[1],Stoico C O[2],Irastorza R[3],Carlevaro C M[3],Vericat F[3]
[1] *Facultad de Ciencias Veterinarias - Universidad Nacional de Rosario*
[2] *Facultad de Ciencias Bioquímicas y Farmacéuticas - Universidad Nacional de Rosario*
[3] *Instituto de Física de Líquidos y Sistemas Biológicos, CONICET-UNLP*

Dentro del formalismo de la Mecánica Estadística, para describir la formación de agregados en sistemas clásicos que se encuentran en equilibrio termodinámico, se requiere contar con una buena aproximación para la función de distribución de pares dependiente del tiempo $G(r'_{12}, r_{12}, t)$, ya que ésta es una de las magnitudes fundamentales que caracterizan la dinámica del estado líquido[1,2]. Esta función representa la densidad de probabilidad de encontrar dos partículas en posiciones relativas $r'_{12}$ en el instante inicial, y en posiciones relativas $r_{12}$ en el instante t. En este trabajo se utilizó un algoritmo numérico para calcular la función de distribución de pares dependiente del tiempo de argón líquido simulado mediante Dinámica Molecular, para diferentes densidades del sistema.

[1] Balucani, U. and Vallauri, R., Phys. Lett. A, 76, 223 (1980).
[2] Pugnaloni, L. and Vericat, F., J. Chem. Phys. 116, 1097-1108 (2002).

## 175. Caracterizando segregación en el modelo de Schelling-Votante

Caridi I[1],Pinasco J P[2],Saintier N[2],Schiaffino P[3]
[1] *Instituto de Cálculo Facultad de Ciencias Exactas y Naturales UBA y CONICET*
[2] *Departamento de Matemática e IMAS UBA-CONICET, FCEyN, UBA*
[3] *Departamento de Economía, Universidad Torcuato Di Tella*

La segregación residencial, en términos de la concentración de grupos por diferencias étnicas o culturas es hoy día uno de los temas más importantes de política pública en muchas partes del mundo. Antes de los trabajos de Schelling de los años 1970, se creía que la segregación residencial estaba causada por fuertes actitudes discriminatorias. Usando un modelo de agentes, Schelling alertó que ciertos mecanismos individuales aún leves pueden impactar en altos niveles de segregación global. En el modelo de Schelling, cada agente tiene un parámetro de tolerancia, que es un límite a la fracción de agentes de otra clase que acepta entre sus vecinos, y si ese límite es alcanzado, el agente está disconforme. En este trabajo caracterizamos patrones de segregación que resultan de combinar dos dinámicas. Un agente disconforme trata de cambiar de lugar, eligiendo un lugar vacío que lo deje conforme (dinámica de Schelling) con probabilidad $p$; y con probabilidad $1-p$ trata de cambiar su estado (dinámica del Votante). Esto tiene sentido en situaciones en las que un agente disconforme puede elegir entre tratar de adaptarse a su entorno o bien migrar a un mejor lugar. En un diagrama de fases de los parámetros del modelo ($p$ y densidad de sitios vacíos) encontramos tres regiones claramente definidas: una en la que una de las poblaciones se extingue, otra en la que se observa la formación de guettos, y otra en la que ambas poblaciones coexisten. Hemos caracterizado algunas de las transiciones entre las regiones y hemos podido distinguir dentro de la región de coexistencia una subregión en la cual las dos poblaciones, además de sobrevivir, son comparables en su estado final en cuanto al tipo de clusters que presentan (usando medidas relacionadas con la Energía y Perímetro de los clusters). Hemos observado que esa subregión de equivalencia de ambas poblaciones se sostiene debido a que el espacio vacío cumple el rol de fronteras entre clusters.

## 176. Comparación de la eficacia entre diferentes algoritmos de Monte Carlo de muestreo entrópico.

Belardinelli R[1],Lopez Días G[2],Pereyra V[2]
[1] *INFAP, CONICET, Departamento de Física, Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales, Universidad Nacional de San Luis*
[2] *Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales - Universidad Nacional de San Luis*

En este trabajo, se presenta un estudio comparativo de la eficacia de diferentes algoritmos de Monte Carlo de muestreo entrópico. El algoritmo Wang-Landau, el método de histograma amplio, el algoritmo Multicanonico y el algoritmo $1/t$ se implementan para estimar la densidad de estado del modelo de Ising bidimensional con interacción a primeros vecinos y en la integración multidimensional. Comparamos los resultados proporcionados por estas técnicas con los obtenidos en forma exacta. El error como una función de tiempo se utiliza para determinar las propiedades de convergencia y en función de ello la exactitud y la precisión de cada algoritmo. Nuestros resultados revelan que el algoritmo $1/t$, y el método de histograma amplio proporcionan una mejor descripción de la densidad de estados para todos los casos analizados, mientras que, el método Multicanonico y el algoritmo de Wang Landau, presentan serios problemas de convergencia.

## 177. Comportamiento colectivo de sistemas heterogéneos de partículas autopropulsadas

Guisandez L[1]
[1] *IFLYSIB*

El modelo de Vicsek se considera el modelo arquetípico para el tratamiento de sistemas de agentes autopropulsados. Se basa en la suposición de que cada individuo o agente autopropulsado tiende a adoptar la dirección de movimiento de sus vecinos, perturbados por un cierto ruido intrínseco, idéntico para todos los agentes, que afecta sus interacciones. Una de las características más interesantes de este modelo es que muestra una transición de fase, similar a la observada en otros sistemas físicos, entre un estado de movimiento colectivo ordenado (régimen de ruido bajo) y un estado desordenado, que se asemeja a un gas (régimen de ruido alto).

Considerando un sistema donde cada individuo posee un ruido intrínseco propio, distribuidos normalmente respecto del valor medio, se observa que la fase ordenada se extiende hacia valores mayores de ruido. Además, el cumulante de Binder no presenta el pico característico que se observa en transiciones de primer orden y sugiere que la transición a la fase desordenada se da en un rango de valores de ruido, lo cual es compatible con la presencia de una fase de Griffiths. Por otro lado, las instantáneas del sistema muestran que los agentes con menor ruido se encuentran en el centro de los clústers rodeados por individuos con mayor ruido.

## 178. Correlaciones temporales en la dinámica del modelo de Vicsek con ruido vectorial

Gulich D[1 2],Baglietto G[1 2],Rozenfeld A F[3 4],Albano E V[1 5]
[1] *Instituto de Física de Líquidos y Sistemas Biológicos, CONICET, UNLP*
[2] *Departamento de Ciencias Básicas, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata*
[3] *Núcleo INTELYMEC (Facultad de Ingeniería-UNCPBA)*
[4] *CIFICEN (UNCPBA-CICPBA-CONICET), Olavarría*
[5] *Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas, UNLP*

El modelo de Vicsek describe el comportamiento de agentes autopropulsados que adoptan la dirección de movimiento de sus vecinos en su entorno. En este trabajo estudiamos las correlaciones temporales en la evolución del parámetro de orden $\phi$ estimando su exponente de Hurst ($H$) con *detrended fluctuation analysis* (DFA) para el modelo de Vicsek con ruido vectorial. Presentamos resultados de este parámetro en función del amplitud del ruido $\eta$ introducido en la simulación, comparando con la conocida transición de fase orden-desorden para ese rango de ruidos.

## 179. Determinación de complejidad en redes de jugadores de ajedrez

Almeira N[1 2],Schaigorodsky A[1 2],Billoni O[1 2],Perotti J I[3]
[1] *Facultad de Matemática Astronomía y Física - Universidad Nacional de Córdoba*
[2] *Instituto de Física Enrique Gaviola (CONICET-UNC)*
[3] *IMT Institute for Advanced Studies Lucca*

En la actualidad existen bases de datos extensas y bien documentadas de partidas de ajedrez que permiten un estudio estadístico del juego desde distintas perspectivas. En este trabajo construimos redes conexas de jugadores de ajedrez partiendo de diferentes bases de datos y caracterizamos sus principales propiedades topológicas, tales como distribución de grados, resiliencia y evolución temporal. En estas redes los nodos representan a los jugadores y las conexiones se

establecen entre pares de jugadores que hayan jugado al menos una partida, con un peso proporcional al número de partidas jugadas entre ellos. También clasificamos las partidas de acuerdo a la apertura empleada, generando así redes multiplex, donde cada capa se asocia a una apertura diferente. Con esta construcción analizamos la importancia relativa de cada línea de juego en la estructura topológica de la red total. Encontramos que estas redes poseen distribuciones de grados y pesos de conexiones no centradas y estudiamos su robustez frente a distintos tipos de ataques (remoción de nodos o de conexiones). Observamos que las mismas son robustas frente a ataques aleatorios, pero que se comportan de manera similar a redes libre de escala frente a ataques dirigidos.

## 180. Dinámica activada térmicamente cerca de la transición de desanclaje de una interfase en un medio desordenado

Purrello V H[1],Iguain J L[1],Kolton A B[2],Jagla E A[2]

[1] *Instituto de Investigaciones Físicas De Mar De Plata, CONICET-UNMdP*

[2] *Centro Atómico Bariloche - CONICET, Comisión Nacional de Energía Atómica*

La transición de desanclaje de interfases en medios desordenados es análoga a una transición de segundo orden, si pensamos a la velocidad como parámetro de orden y a la fuerza impulsora como parámetro de control. En la temperatura de transición en un modelo de Ising, con un campo magnético externo pequeño, se induce una magnetización que crece como ley de potencia con el campo. Por lo tanto se espera, por analogía, que a la fuerza crítica de desanclaje, la velocidad crezca como una ley de potencia con la temperatura, con un exponente de "redondeado térmico". Sin embargo, aún no está claro si este exponente es universal, ni se ha determinado su valor preciso para las clases de universalidad más relevantes. Para responder a estas cuestiones, realizamos simulaciones de un modelo de interfase elástica en un medio desordenado, considerando dos tipos diferentes de perturbaciones cerca de su transición de desanclaje. Por un lado, se usó un campo externo aleatorio, y por otro, fluctuaciones térmicas. Para el caso del campo aleatorio, encontramos un buen acuerdo entre las simulaciones y la correspondiente descripción de escala para la transición de desanclaje. En el caso de las fluctuaciones térmicas, encontramos fuertes correlaciones de escala que podrían llevar, en particular, a subestimar el exponente de redondeado térmico. En este caso, y para campos externos menores que el crítico, observamos fuertes correlaciones espaciales y temporales entre las avalanchas que constituyen la evolución del sistema, similares a las observadas en algunos modelos muy conocidos con dinámica extrema, en particular, el de Bak-Sneppen.

## 181. Dinámica de k-meros reconstituyentes en d=1+1 dimensiones

Gomez Albarracin F A[1 2],Rosales H D[1 2],Grynberg M D[1 2]

[1] *Instituto de Física, Facultad de Cs. Exactas, Universidad Nacional de La Plata*

[2] *Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Plata*

En este trabajo se propone modelar una dinámica estocástica de formación de dominios de partículas compuestas utilizando interacciones entre dímeros, trímeros,,... k-meros que adsorben y desorben en d= 1+1 considerando regímenes de bajas temperaturas. Permitiremos que los k-meros puedan reconstituirse al desorber del substrato, de manera que la identidad de las partículas adsorbidas no se mantenga en etapas subsiguientes. En el caso de k=2 el problema puede transformarse a una dinámica de Kawasaki bajo acoplamientos antiferro-magnéticos. Sin

embargo para k$>$ 2, e independientemente del tipo de interacciones, estos procesos dán lugar a cantidades no-locales de conservación (asociadas a las "secuencias irreducibles").

Exploramos los exponentes dinámicos de estos procesos combinando simulaciones de Monte Carlo a bajas temperaturas y diagonalización del operador evolución en sistemas finitos para cadenas con cuerdas irreducibles "nulas" y otras secuencias definidas en casos particulares. En el caso de acoplamiento ferromagnético, observamos que el exponente para k-meros de diversos tamaños es z=2, difusivo, coincidiendo con el caso de Glauber (k=1). Para el caso antiferromagnético, los primeros resultados son compatibles con un exponente z=3, correspondiente a la dinámica de Kawasaki.

## 182. Dinámica de peatones sometidos a altas presiones durante una evacuación

Cornes F[1],Frank G[2],Dorso C[3]

[1] *Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad de Buenos Aires*

[2] *Unidad de Investigación y Desarrollo de las Ingenierías, UTN-FR Buenos Aires.*

[3] *Instituto de Física de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales CONICET- Universidad de Buenos Aires*

La dinámica de peatones puede describirse siguiendo un modelo de "fuerza social". En este modelo, cada individuo posee una "fuerza de deseo"debida a su voluntad de ir en determinada dirección, y una "fuerza social"que representa su reacción a los estímulos del entorno. Ambas fuerzas determinan la "presión.ª la que está sometida la persona. En un escenario de pánico, esta presión puede ser dañina y provocar desmayos. En esta investigación se analizan las consecuencias que tienen los individuos caídos sobre los tiempos de evacuación. Se observó que, según el nivel de ansiedad, es posible pasar de un régimen de libre circulación, a un régimen de çanal angosto", hasta obtener un bloqueo completo de la vía de salida. Los primeros afectados (caídos) por las altas presiones parecen ser decisivos en régimen de evacuación del resto del grupo.

## 183. DLA y CTRW en mezclas binarias

Sanchez Varretti F O[1],Narambuena C F[2],Ridolfi A B[3],Ramirez Pastor A J[2]

[1] *Facultad Regional San Rafael - Universidad Tecnológica Nacional*

[2] *Instituto de Física Aplicada,CONICET-UNSL*

[3] *Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria - Universidad Nacional de Cuyo*

En el presente trabajo se estudia un modelo probabilístico que consiste en una variación del modelo de generación de estructuras fractales mediante el cálculo de las probabilidades de ocupación en agregados limitados por difusión. Dicha variación es la modificación del número de coordinación de las entidades que intervienen en la formación de estas estructuras y la proporción de las mismas. El modelo tradicional consiste en la agregación de partículas con cuatro enlaces (aquellos a primeros vecinos), a diferencia de este trabajo que presenta estructuras generadas mediante probabilidades de ocupación en mezclas de partículas de cuatro y dos enlaces (en distintas proporciones). El agregado limitado por difusión (DLA) se reformula como un continuous-time random walk (CTRW). Dado un agregado, obtenemos la probabilidad de que el próximo caminante al azar ocupe cada sitio perimetral.

## 184. Estabilización de frecuencia en osciladores de Duffing sincronizados

Zanette D H[1]
[1] *Grupo de Física Estadística e Interdisciplinaria, Centro Atómico Bariloche*

La interdependencia entre amplitud y frecuencia causada por la dinámica no lineal en microosciladores mecánicos (efecto *a-f*) dificulta su uso como relojes en el diseño de dispositivos miniaturizados. En este trabajo se estudia la posibilidad de eliminar el efecto *a-f* acoplando dos osciladores de Duffing con no linealidades de signos opuestos (*hardening* y *softening*), de forma que sus efectos se compensen mutuamente.

Se presentan resultados teóricos, tanto analíticos como numéricos, para la dinámica sincronizada de los osciladores acoplados, estableciendo las condiciones para la estabilización de frecuencia. Se caracteriza la estabilidad de las soluciones sincronizadas y se analiza el régimen de disipación débil, que es el límite relevante en aplicaciones microtecnológicas.

## 185. Estudio actigráfico de sueño mediante acelerómetros comerciales de teléfonos celulares

Kaufman B[1]
[1] *Instituto Balseiro - Universidad Nacional de Cuyo*

Se implementa una aplicación para teléfonos celulares con sistema operativo Android, y a través de la misma se miden 71 noches de sueño (no necesariamente de la misma persona, no necesariamente todas distintas). Los celulares se colocan en el tobillo de la persona, sujeto por una media, que difiere de la literatura en que en la misma se coloca el dispositivo actigráfico en la muñeca.

A partir de cada dato obtenido se miden tiempos de duración de quietitud del sujeto (cambios en aceleración debajo de un umbral) y los mismos para los períodos de movimiento. Además se observa el patrón unidimensional geométrico de los puntos en los cuales hay movimiento, y se le aplica el método de "box counting"para definir si el mismo es fractal, y se analiza la estadística de eventos individuales dentro de un dado tren de movimiento, para analizar su correlación.

Combinando estos datos para los 71 casos, se obtiene que los tiempos de movimiento siguen una distribución de ley de potencia con exponente 2.8 +/- 0.1 y tiempo mínimo 1.4s +/- 0.4s, que coincide con lo encontrado por la literatura en forma de distribución y órdenes de magnitud. Además se encuentra que los tiempos de quietitud son de 1h +/- 5min, sustancialmente más largos que los encontrados por la literatura, siempre del órden de los 20min; esto se explica al moverse mucho menos el pie que la muñeca durante el sueño, causando períodos más largos de quietitud de piernas. Finalmente, se observa un amplio régimen para el cual los eventos de movimiento durante el sueño son fractales de acuerdo al "box counting", y se vé que los eventos de movimiento no son independientes, sino que están correlacionados.

## 186. Estudio de la adsorción de baldosas utilizando simulación de Monte Carlo

Buchini Labayen A C[1],Dávila M V[2 1],Pasinetti P M[2 1],Ramirez Pastor A J[2 1]
[1] *Departamento de Física, Facultad de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales - Universidad Nacional de San Luis*
[2] *Instituto de Física Aplicada,CONICET-UNSL*

Se presenta un estudio de simulación de Monte Carlo (MC) de adsorción de objetos de tamaño $l \times l$ (baldosas) sobre una red cuadrada (conectividad $c = 4$), considerando interacciones laterales tanto atractivas como repulsivas, en el marco del modelo de gas de red y la adsorción con múltiple ocupación de sitios. La simulación de MC se realizó en la asamblea Gran Canónica (GCMC) monitoreando las isotermas de adsorción y la energía por sitio.

Un interesante comportamiento ha sido observado y analizado en términos de las fases ordenadas que se forman sobre la superficie a baja temperatura, dependiendo del tamaño $l$ de las baldosas y de las interacciones laterales consideradas entre ellas.

## 187. Estudio de la re-emergencia del dengue en la Ciudad de San Ramón de la Nueva Orán

Gutierrez J A[1 2],Laneri K F[3]
[1] *Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de Salta*
[2] *Instituto de Investigación en Energías No Convencionales, CONICET-UN de Salta*
[3] *Grupo de Física Estadística e Interdisciplinaria, Centro Atómico Bariloche - CONICET*

El Dengue es una enfermedad viral transmitido por la picadura del mosquito hembra del Aedes aegypti. En particular, en la ciudad de San Ramón de la Nueva Orán, el Dengue no es una enfermedad endémica en esta ciudad, pero cada año ocurre un brote en los meses de verano. Una de las principales causas de los brotes es que la presencia del mosquito es maxima en los meses de Enero a Marzo, debido a que las lluvia son estacionales. Otro factor importante a tener en cuenta, es que durante todo el año hay inmigración proveniente de zonas endémicas (sur de Bolivia). El objetivo de este trabajo, es mostrar la relación entre las estacionalidad de la presencia del mosquito y la inmigración de personas infectadas, y como debido a estos dos factores es posible explicar los recurrentes brotes que ocurren cada año en la Ciudad de Orán.

## 188. Estudio del Comportamiento Crítico de un Modelo con Tres Estados de Espín

Luque L[1],Albano E[1],Grigera S[1]
[1] *Instituto de Física de Líquidos y Sistemas Biológicos, CONICET-UNLP*

En este trabajo se estudia el comportamiento crítico de un modelo con 3 estados de espín: up, down y vacancia, en el cual se presenta un fenómeno interesante, ausente en el caso de 2 estados, conocido como 'Absorción Interfacial'. Este fenómeno consiste en el ordenamiento de las vacancias en la interfase de las fases restantes up y down. Tradicionalmente, estos estudios se efectúan haciendo uso del modelo de 3 estados de espín, Blume-Capel. Sin embargo, en el presente trabajo se propone una generalización de este modelo, para incluir una interacción entre vacancias, una innovación que no ha sido contemplada anteriormente, la cual permitió verificar y caracterizar el fenómeno de Absorción Interfacial nombrado anteriormente. Se considera que esta

generalización del modelo de Blume-Capel, permitirá abordar otros estudios, como ser: fenómenos de mojado, condensación capilar, propiedades de interfases, etc.

## 189. Estudio del modelo de Ising con interacciones segundos vecinos en una red doble capa hexagonal

Gomez Albarracin F A[1 2],Rosales H D[1 2],Serra P[3 4]

[1] *Instituto de Física, Facultad de Cs. Exactas, Universidad Nacional de La Plata*

[2] *Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Plata*

[3] *Instituto de Física Enrique Gaviola de Córdoba, CONICET-UNC*

[4] *Facultad de Matemática Astronomía y Física - Universidad Nacional de Córdoba*

Estudiamos el modelo de Ising en una bicapa formada por dos redes hexagonales con interacciones antiferromagnéticas primeros vecinos en las redes y primeros y segundos vecinos inter-redes en presencia de un campo externo. Este modelo frustrado presenta regiones altamente degeneradas, que implican entropía extensiva a baja temperatura para casos específicos.

Presentamos el diagrama de fases general a $T = 0$ y estudiamos el comportamiento del modelo con temperatura utilizando dos métodos complementarios:

(a) Solución exacta en una red doble capa de Bethe coordinación 3 (aproximación tipo campo medio)

(b) Simulaciones de Monte Carlo (Metropolis y Wang-Landau)

Construimos y contrastamos el diagrama de fases obtenido por ambos métodos, como así también los distintos parámetros de orden, energías libres y calores específicos. En particular, utilizamos diferentes variables para caracterizar las regiones con entropía extensiva, presentes incluso con campo magnético aplicado, comparando resultados de las diferentes técnicas.

## 190. Estudio teórico-computacional de la adsorción de proteínas anticongelante

Narambuena C[1],Sanchez-Varretti F[2],Ramirez-Pastor J A[1]

[1] *Instituto de Física Aplicada,CONICET-UNSL*

[2] *Universidad Tecnologica Nacional. Facultad Regional San Rafael.*

Las proteínas anticongelantes (Antifreeze proteins, AFPs) ayudan a diferentes organismos vivir en condiciones de temperaturas bajo cero. Estas proteínas se adhieren a los cristales de hielo e inhiben su crecimiento y recristalización. Esto genera una diferencia entre la temperatura de fusión de la solución con proteína con respecto al agua pura. Este fenómeno denominado histéresis térmica depende directamente del grado de cubrimiento de la proteína sobre el hielo, lo cual depende a su vez de la concentración de la proteína en el seno de la solución. Existen AFPs que contienen una sola unidad estructural con capacidad a pegarse al hielo. Otras especies tienen proteínas que tienen dos dominios con capacidad de pegado unidas por una cadena flexible. En este trabajo presentamos un estudio mediante termodinámica estadística de la adsorción de proteínas anticongelante. Usamos un modelo de grano grueso para representar la proteína y un modelo de red para el hielo. Comparamos los mecanismos propuestos en literatura para la adsorción de proteínas que contienen dos dominios capaces de unirse a la superficie del hielo. Los grados de cubrimientos y funciones termodinámicas las calculamos mediante la simulación computacional con el método de monte carlo en el ensamble gran canónico. Los resultados de la simulación son comparados con dos aproximaciones teóricas: Isoterma de Langmuir modificada y la teoría derivada de mecánica estadística.

## 191. Generación de oscilaciones biológicas combinando compartamentalización y secuestro en señalización celular.

Givré A[1],Ventura A[1],Grecco H[2]
[1] *Instituto de Fisiología Biología Molecular y Neurociencias, CONICET-UBA*
[2] *Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad de Buenos Aires*

Todos los seres vivos necesitan procesar información que les llega de su entorno. La transmisión de información por redes de señalización no es un fenómeno pasivo. Las redes bioquímicas involucradas en el procesamiento de la información generan comportamientos importantes para la vida celular, tales como adaptación, memoria (histéresis) y oscilaciones. La inmensa mayoría de las funciones celulares es ejecutada por proteínas o por complejos que involucran componentes proteicos. No es sorprendente, entonces, que una de las estructuras que recurrentemente se encuentra en la maquinaria celular sea un ciclo de activación-inactivación que involucra dos estados de la misma proteína: una proteína puede ser activada mediante la incorporación de un grupo químico e inactivada con su remoción, donde la denominación ?activa? significa que en ese estado la proteína puede realizar una tarea específica. Estos ciclos se denominan ciclos de modificación covalente o post-traduccional. Las redes de señalización contienen cascadas o cadenas de ciclos de modificación covalente, de modo que la proteína activada en un ciclo opera como activadora del ciclo siguiente, y así sucesivamente. En este trabajo consideramos un único ciclo de modificación covalente, cuyas componentes pueden entrar y salir de un compartimiento celular, el núcleo por ejemplo, y una vez allí actuar sobre proteínas ?target?, activándolas, secuestrándolas, inhibiéndolas, etc. Mostraremos cómo la dinámica de un único ciclo se enriquece por estos dos mecanismos actuando en forma conjunta y con escalas temporales adecuadas, dando lugar a oscilaciones sostenidas en la cantidad de proteína activa. Estos resultados suman un nuevo mecanismo hasta ahora no identificado para generar oscilaciones, que involucra de una manera simple la espacialidad de la célula, tenida en cuenta a través de compartimientos celulares. Suponemos que se trata de un mecanismo que podremos generalizar combinando biestabilidad, secuestro y diferentes escalas temporales.

## 192. Histogram Reweighting aplicado al cálculo del Cumulante de Binder, Temperatura crítica de Condensación y diagrama de fase de un sistema de k-meros adsorbidos sobre redes cuadradas.

dos Santos G[1],Linares D H[1],Ramirez Pastor A J[1]
[1] *Instituto de Física Aplicada,CONICET-UNSL*

La Técnica de repesado de Histogramas o Histogram Reweighting Technique es un método que nos permite, conociendo la distribución de probabilidad de equilibrio en un punto del espacio de los parámetros, obtener la distribución de probabilidad en otro punto del espacio de los parámetros dentro de un entorno del punto original. La idea principal de esta técnica es extraer la mayor información posible de cada simulación. En el presente trabajo aplicamos esta técnica junto con simulaciones de Monte Carlo en el gran canónico a un sistema de k-meros interactuantes a primeros vecinos adsorbidos en superficies cuadradas. Los k-meros podrán adsorberse solo en una dirección (orden forzado) y la interacción adsorbato-adsorbente se considera nula. A partir de los Histogramas y de la técnica mencionada anteriormente se obtienen las curvas del cumulante de Binder para determinar la temperatura crítica de condensación y mediante la misma técnica obtenemos los diagramas de fase. Calculamos primero la Temperatura critica para el caso de monómeros (solución exacta) para probar la validez del método y luego lo hacemos para diversos

tamaños de k-meros. Finalmente realizamos un análisis de errores y calculamos el resto de las variables termodinámicas de interés.

## 193. Influencia de la dinámica de salto y las interacciones laterales en los procesos de difusión totalmente asimétrica.

Ranzuglia G[1],Manzi S[1],Belardinelli R[1],Pereyra V[2]

[1] *INFAP, CONICET, Departamento de Física, Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales, Universidad Nacional de San Luis*

[2] *Departamento de Física, Facultad de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales - Universidad Nacional de San Luis*

En este trabajo se analiza, mediante simulación de Monte Carlo, el proceso de difusión totalmente asimétrica en una dimensión. Se obtiene la corriente de partículas en función de la densidad, así como también las zonas de máxima corriente como función de las condiciones de contorno (diagrama de fase del sistema). Se estudia la influencia de la interacción lateral a primeros y segundos vecinos, así como también el esquema de saltos. De acuerdo al comportamiento de la corriente, se observan distintas regiones en el diagrama de fase. La transición entre dichas regiones, transiciones de fase, son identificadas y caracterizadas. Se muestra también la extensión a la mezcla binaria.

## 194. La vacunación y la acción de agentes externos.

Dorso C[1 2],Balonga P[1 2],Medus A[3]

[1] *Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad de Buenos Aires*

[2] *Instituto de Física de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales CONICET- Universidad de Buenos Aires*

[3] *Instituto Tecnológico de Buenos Aires*

Vaccination is widely recognized as the most effective way of immunization against many infectious diseases. However, unfounded claims about supposed side effects of some vaccines have contributed to spread concern and fear among people, thus inducing vaccination refusal. For instance, MMR vaccine coverage has undergone an important decrease in a large part of Europe and US as a consequence of erroneously alleged side effects, leading to recent measles outbreaks. In this work, we propose a general agent-based model to study the spread of vaccination behavior in social networks, not as an isolated binary opinion spreading on it, but as part of a process of cultural dissemination in the spirit of Axelrod's model. We particularly focused on the impact of a small anti-vaccination movement over an initial population of pro-vaccination social agents. Additionally, we have considered two classes of edges in the underlying social network: personal edges able to spread both opinions and diseases; and the non-personal ones representing interactions mediated by information technologies, which only allow opinion exchanges. We study the clustering of unvaccinated agents as a dynamical outcome of the model, together with its direct relation with the increase of the probability of occurrence and the final size of measles outbreaks. Finally, we illustrate the mitigating effect of a public health campaign, represented by an external field, against the harmful action of anti-vaccination movements. We show that the topological characteristics of the clusters of unvaccinated agents determine the scopes of this mitigating effect.

## 195. Malabaristas de la supervivencia: modelado matemático de extinciones en ambientes cambiantes

Laguna F[1 2],Abramson G[1 3],Kuperman M[1 3],Monjeau A[4],Lanata J L[5 2]

[1] *Grupo de Física Estadística e Interdisciplinaria, Centro Atómico Bariloche - CONICET*

[2] *Universidad Nacional de Rio Negro*

[3] *Instituto Balseiro - Universidad Nacional de Cuyo*

[4] *Fundación Bariloche y CONICET*

[5] *Instituto de Investigaciones en Diversidad Cultural y Procesos de Cambio - CONICET*

Es un hecho conocido que la destrucción y fragmentación del hábitat tiene profundos efectos en la supervivencia de las especies y es la principal causa de la pérdida de biodiversidad. Sin embargo, las implicaciones biológicas de este proceso y los mecanismos que llevan a la extinción de especies en redes ecológicas complejas aún no han sido analizados exhaustivamente. Cuando el entorno se ve afectado de manera no trivial por múltiples factores, entre los que encontramos el clima, el acceso a la comida, los depredadores o la actividad humana, resulta indispensable determinar los efectos sobre la extinción de las especies de cada uno de estos factores y aquellos que surjan de su interacción. Es entonces cuando el modelado matemático se vuelve una herramienta fundamental, ya que permite de manera directa avanzar en este tipo de estudios.

En trabajos recientes [1,2] analizamos un modelo metapoblacional de extinción y coexistencia en un ecosistema genérico cazador-presa. El modelo incluyó consideraciones vinculadas a la destrucción del hábitat pero entendido como un proceso con tiempo característico mucho mayor al involucrado en la dinámica poblacional. Por ese motivo se lo consideró como estático.

En este trabajo, como paso previo a incorporar el hábitat disponible como una variable dinámica del modelo, consideramos la modificación del ambiente a escalas temporales comparables con las de la evolución de las poblaciones. Esto permitió modelar los efectos sobre el hábitat de la degradación de origen antrópica y del sobrepastoreo, entre otros. Analizamos las escalas de tiempo involucradas en los procesos de extinción causados por estos factores y las comparamos con las escalas de tiempo asociadas a los cambios climáticos.

Referencias:

[1] Laguna MF, Abramson G, Kuperman MN, Lanata JL, Monjeau JA. Mathematical model of livestock and wildlife: Predation and competition under environmental disturbances. Ecological Modeling 309-310, 110-117 (2015). Preprint en http://arxiv.org/abs/1409.0024

[2] Abramson G, Laguna MF, Kuperman MN, Monjeau A, Lanata JL. On the roles of hunting and habitat size on the extinction of megafauna. Quaternary International (2015).

Accesible en http://dx.doi.org/10.1016/j.quaint.2015.08.043

## 196. Mezclas binarias adsorbidas: aproximaciones teóricas y datos experimentales

Sanchez Varretti F O[1],Pasinetti P M[2],Bulnes F M[2],Ramirez Pastor A J[2]

[1] *Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional San Rafael*

[2] *Instituto de Física Aplicada,CONICET-UNSL*

Es de interés desarrollar un método para la predicción de las cantidades adsorbidas sobre una superficie debido a su aplicación en diversas áreas tales como la recuperación de gases y el transporte de los mismos en lechos porosos. Una gran diversidad de trabajos científicos se realizan sobre la adsorción en condiciones de equilibrio de mezclas gaseosas tales como $CH_4$ - $C_2H_6$, $N_2$ - $CO_2$, etc. En el presente trabajo se analizan las aproximaciones teóricas de racimo (AR) y

quasiquímica (QC) frente al comportamiento de la fase adsorbida de una mezcla binaria de gases variando los potenciales químicos de cada especie. Se considera una combinación de interacciones laterales atractivas y repulsivas entre partículas de la misma especie, mientras que la interacción inter-especie fue considerada nula. Por otro lado se han realizado corroboraciones con datos experimentales para ver el comportamiento del modelo ante los datos reales. Los resultados son alentadores ya que se vislumbra un ajuste excelente entre los modelos de simulación y los datos de los experimentos. También se observó un interesante comportamiento en la fase adsorbida y en la competencia entre las especies.

## 197. Modelado de una batería de Ion Litio: Criticalidad de la fase II

Gavilan Arriazu M[1],Lopez de Mishima B[1],Leiva E[2],Oviedo O[2],Pinto O[1]
[1] *Instituto de Bionanotecnologia,Universidad Nacional de Santiago del Estero*
[2] *Instituto de Investigaciones Físico-Químicas de Córdoba, CONICET-UNC*

En este trabajo presentamos los resultados parciales de un estudio de escaleo de tamaño finito para la transición de fase II en un batería de ion Litio mediante la técnica de Monte Carlo en el conjunto canónico. La batería esta modelada siguiendo los lineamientos de un gas de red. La batería está formada por 4 planos de grafito de diferentes tamaños laterales. Las interacciones entre los átomos de litio está separada en dos términos: uno asociado a interacciones en el mismo plano y otro considerando interacciones entre átomos de planos adyacentes. Las interacciones en el mismo plano se calculan considerando el potencial de Lennard Jones. Para las interacciones entre planos se consideró un potencial que decae con la distancia. Para el análisis se calcularon parámetros de order, cumulantes del parámetro de orden, cumulantes de la energía, capacidad calorífica, etc. El análisis se basa en la obtención de los mencionados parámetros para diferentes tamaños de planos. Se identifica el orden de la transición y los exponentes críticos relacionados.

## 198. Modelo de toma simultánea de agua y nutrientes por raíces de cultivos.

Bettera Marcat M A[1 2 3],Blengino Albrieu J L[3],Reginato J C[3]
[1] *Facultad de Matemática Astronomía y Física - Universidad Nacional de Córdoba*
[2] *Instituto de Física Enrique Gaviola de Córdoba, CONICET-UNC*
[3] *Departamento de Física - Universidad Nacional de Río Cuarto*

Se trabajo en un modelo teórico-numérico del sistema suelo-raíz con el interés de estudiar la física del transporte de nutrientes y agua, acoplada con la toma de estos por la raíz de la planta. El objetivo último, es contribuir a la construcción de una herramienta ágil que logre estimaciones del uso de fertilizantes y agua necesarios en la producción. El modelo representa la difusión de nutrientes y agua en el suelo y estima la toma de los mismos la raíz. Se consideran condiciones de cultivo en maceta en cámara de siembra (suelo homogéneo y condiciones ambientales constantes). Se considera frontera móvil, y junto a los modelos de conductividad hidráulica y retención hídrica, que describen el comportamiento agua en el suelo, hacen que el problema sea no-lineal. Para el transporte de agua se utiliza un modelo de *Blengino et al.*, mientras que para el transporte nutrientes se utiliza el modelo de *Reginato et al.*, con los influjos en la raíz representados por la cinética de Michaelis-Menten. Se diferencia de los modelos previos en que el flujo y la cantidad volumétrica de agua se calculan con el transporte de agua, en lugar de ser parámetros de entrada. Se utilizaron parámetros de entrada experimentales obtenidos de la literatura. Se observaron mejoras en la estimación de la toma de nutrientes respecto de los modelos previos para casos

de Nitratos (ion de alta movilidad) con y sin adición de fertilizante, para Potasio (ión de alta movilidad) se logró en los casos en que el sistema tiene adición de fertilizante, y no en los casos sin adición. También se estudiaron casos de toma de Fósforo (ión poco móvil). Ninguno de los modelos (actual y previos) genera estimaciones aceptables de toma de este ión.

## 199. Modelo estocástico para la enantioseparación. Teoría y simulación de Monte Carlo.

Ranzuglia G[1],Manzi S[1],Gomez R[2 3 4],Belardinelli R[1],Pereyra V[5]

[1] *INFAP, CONICET, Departamento de Física, Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales, Universidad Nacional de San Luis*

[2] *Instituto de Química San Luis*

[3] *CONICET*

[4] *Universidad Nacional de San Luis*

[5] *Departamento de Física, Facultad de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales - Universidad Nacional de San Luis*

En este trabajo se introduce un modelo estocástico que explica la separación de analitos (incluyendo enantiómeros) en el proceso de electroforesis capilar. El modelo considera la migración forzada totalmente asimétrica de las moléculas y la reacción reversible entre los analitos y selector quiral. La movilidad de los analitos, selector y moléculas diastereoisómeras temporales se obtienen por medio de ecuaciones estocásticas. El modelo reproduce el pico maestro en el proceso de enantioseparación, dando la base teórica para la ecuación fenomenológica introducida por Wren y Rowe en J. Chromatography, 603, 235 (1992). La diferencia aparente de movilidad electroforética de los enantiómeros, se obtiene como función de la concentración de selector quiral y la temperatura. Diferentes datos experimentales son reproducidos por el modelo, entre los que se pueden nombrar la separación de enantiómeros de la (+-) chlorpheniramine/ciclodextrina. Los datos experimentales están en excelente acuerdo con los obtenidos por el modelo estocástico y la simulación de Monte Carlo.

## 200. Modelo generalizado de reacción mediado por difusión con ambas especies móviles

Bustos N C[1],Re M[1 2]

[1] *Facultad de Matemática Astronomía y Física - Universidad Nacional de Córdoba*

[2] *Facultad Regional Cordoba - Universidad Tecnológica Nacional*

Decimos que un proceso de reacción $A + T \to C$ está mediado por difusión (PRMD) cuando la reacción está regulada o limitada por la difusión de las especies reactivas. El esquema de PRMD encuentra aplicación en la formulación de modelos en diversas áreas de la Física, la Química, la Biología o más recientemente en Ecología.
En la formulación más frecuente de estos modelos se supone la especie minoritaria fija y la especie mayoritaria móvil con un coeficiente de difusión $D = D_A + D_T$, suma de los coeficientes de difusión de cada especie. Presentamos en esta comunicación un esquema de PRMD con ambas especies móviles formulado como un modelo de Caminata Aleatoria de Tiempo Continuo (CTRW) sobre una red. Cuando los reactivos se encuentran en un mismo sitio de red existe una probabilidad finita de reacción, pudiendo las especies separarse sin que la reacción tenga lugar. El desplazamiento de cada especie está dado por un proceso separable con desplazamientos entre sitios general. Suponemos además que los desplazamientos de los reactivos son estadísticamente

independientes entre sí.
Suponiendo una distribución inicial uniforme para la especie mayoritaria se obtienen resultados analíticos en la representación de Fourier-Laplace para la tasa de reacción local y global, la concentración de la especie mayoritaria y la distancia de la especie minoritaria al vecino más próximo. Se verifica que la tasa de reacción global coincide con los valores correspondientes del modelo con una especie fija.

## 201. Percolación Inversa con Múltiple Ocupación de Sitios: efecto de Impurezas

Ramirez L S[1 2],Centres P[3 2],Ramirez A J[3 2]
[1] *Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales - Universidad Nacional de San Luis*
[2] *Instituto de Física Aplicada,CONICET-UNSL*
[3] *Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales. Universidad Nacional de San Luis.*

El problema de percolación inversa de *k* - meros ha sido estudiado a través de simulaciones numéricas y análisis de escaleo finito para una red cuadrada sin impurezas. El proceso se inicia con la remoción de *k* - meros lineales a partir de una red completamente llena (configuración inicial), estando conectados los lados opuestos de la red. La dilución resultante del sistema debido a la remoción de los *k* - meros determina una concentración, denominada umbral de percolación, en la cual se pierde la conectividad entre los lados opuestos. El umbral de percolación muestra una dependencia con el tamaño del *k* - mero removido no monótona y se encuentra que existe una transición de fase continua que separa una fase percolativa de otra no-percolativa para todo el rango de *k* estudiados. El mismo estudio se realiza para redes con distintas concentraciones de impurezas, comparándose los resultados obtenidos con aquellos previamente calculados para redes ideales.

## 202. Percolación y jamming de objetos extendidos sobre la red cuadrada

Perino E J[1],Pasinetti P M[1],Matoz Fernandez D[2],Centres P M[1]
[1] *INFAP, CONICET, Departamento de Física, Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales, Universidad Nacional de San Luis*
[2] *Laboratoire Interdisciplinaire de Physique (LIPhy), Groupe de Physique Statistique et Modélisation, France*

Se estudia la adsorción secuencial al azar (RSA) de objetos extendidos ($k$-meros), considerando desde $k$-meros lineales (agujas) hasta flexibles (self avoiding random walks), sobre la red cuadrada. Se analiza el umbral de percolación y el cubrimiento de jamming de las muestras obtenidas en función del tamaño, la relación de aspecto y el grado de flexibilidad de los objetos adsorbidos. Se ha estudiado tanto la probabilidad $R_L$ de que el sistema percole, como el cumulante de percolación (tamaño del cluster máximo), encontrando en ambos casos comportamientos no-monótonos con los parámetros.

## 203. Percolación y Jamming sobre solidos amorfos de k-meros lineales

Centres P[1],Ramirez-Pastor A J[1]
[1] *Universidad Nacional de San Luis, Depto de Física e Instituto de Física Aplicada*

La percolación y jamming de $k-meros$ lineales sobre una red cuadrada con impurezas ha sido estudiada a través de simulaciones numéricas y análisis de escaleo finito. La red con

impurezas representa una modelo simplificado de un sólido amorfo, donde la fracción de impurezas $\rho$ emula los defectos del material. En esta representación las impurezas evitan la deposición de un $k-mero$ en forma completa. La dependencia del umbral de percolación y jamming en función de la concentración de impurezas fue estudiada para $k-meros$ desde $k=2$ hasta $k=64$. Los resultados obtenidos muestran: i) para cada valor de $k$ la percolación tiene lugar sólo para valores de $\rho$ por debajo de cierto valor de $\rho_k^*$; ii) el umbral de percolación se mantiene prácticamente constante para $0 \leq \rho \leq \rho_k^*$. La dependencia de $\rho_k^*$ con $k$ demuestra que la percolación de $k-meros$ sobre la red cuadrada es imposible de alcanzar para $k \geq 5500$. Finalmente, los exponentes obtenidos revelan que el problema pertenece a la clase de universalidad correspondiente a la de percolación 2D.

## 204. Pérdida de información en sistemas de transmisión con probabilidad de error

Chacoma A[1 2],Kuperman M[1 2],Mato G[1 2]
[1] *CONICET*
[2] *Instituto Balseiro - Universidad Nacional de Cuyo*

Los sistemas de transmisión de información basados en nodos que se conectan formando redes complejas, emergen naturalmente en sistemas tecnológicos, sociales y biológicos.

Al ser la mayoría de estos sistemas altamente relevantes para cada una de estas áreas, es necesario el estudio y caracterización de los mismos para prevenir, evaluar y solucionar posibles fallas.

En este contexto, los errores en la transmisión de señales y/o mensajes que se propagan a través de nodos de una red compleja, dan lugar a fenómenos emergentes no triviales en el sistema.

En este trabajo presentamos un estudio de los efectos de la pérdida de información generada a partir de errores de comunicación en sistemas de transmisión soportado por redes complejas y una caracterización de los fenómenos emergentes.

## 205. Procesamiento de Información a Nivel Celular: señalización pre-equilibrio, efectos cooperativos y tráfico de receptores de membrana

Sevlever F[1 2],Di Bella J P[1],Colman-Lerner A[1],Ventura A C[1]
[1] *Instituto de Fisiología Biología Molecular y Neurociencias, CONICET-UBA*
[2] *Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad de Buenos Aires*

En trabajos previos hemos presentado la existencia del mecanismo Sensado y Señalización Pre-Equilibrio (Pre-Equilibrium Sensing and Signaling, PRESS), que permite a las células discriminar niveles de señales que saturan a los receptores en el equilibrio. El mecanismo se basa en el acople entre un módulo de detección lento y con respuesta sostenida y un módulo de transducción rápido y con respuesta transitoria. Lo que resulta de PRESS es que ciertos sistemas de señalización pueden responder en forma dosis-dependiente aún para dosis que saturan al sistema de detección en equilibrio, expandiendo así el rango dinámico del sistema (rango de estímulos para los cuales la respuesta es dosis-dependiente).

En estudios anteriores no hemos considerado el tráfico de receptores de membrana, es decir los procesos de internalización y reciclado. Estos fenómenos no suelen considerarse en modelos de señalización en base a la suposición de que ocurren en escalas temporales más lentas que el sensado y transducción de señales. Sin embargo, el mecanismo PRESS requiere un sensado lento,

con lo cual las escalas se hacen comparables y es importante considerar todos estos procesos en forma conjunta.

Hemos analizado también receptores de membrana cuya activación requiere del pegado de más de un ligando, donde el pegado del primero puede favorecer, inhibir o ser independiente del pegado de los próximos (cooperatividad positiva, negativa, o sitios independientes). Se sabe que en equilibrio no es posible distinguir cooperatividad negativa de sitios independientes. En esta dirección, un trabajo muy reciente indica que la información pre-equilibrio permitiría distinguir entre estas dos configuraciones. El trabajo citado es una primera aproximación al problema, nosotros hemos estudiado en detalle la dinámica de efectos cooperativos con un abordaje teórico, computacional y estadístico.

## 206. Procesos de relajación y orientaciones moleculares en el triclorobromometano

Caballero N B[1],Zuriaga M[2 3],Carignano M[4],Serra P[2 3]

[1] *Centro Atómico Bariloche - CONICET, Comisión Nacional de Energía Atómica*

[2] *Instituto de Física Enrique Gaviola de Córdoba, CONICET-UNC*

[3] *Facultad de Matemática Astronomía y Física - Universidad Nacional de Córdoba*

[4] *Qatar Environment and Energy Research Institute, Doha, Qatar*

Comprender los procesos de relajación que ocurren en fases precursoras a fases vítreas es de gran importancia para el diseño de nuevos materiales. Un posible escenario para estudiar las características de las relajaciones, lo brinda el compuesto $CBrCl_3$, perteneciente a la familia $CBr_nCl_{4-n}$, de la que ya hemos estudiado en detalle el caso n=0. El bromotriclorometano $CBrCl_3$ se caracteriza por tener a bajas temperaturas una fase monoclínica estable. Mediante técnicas calorimétricas y de dieléctricos se ha determinado que presenta una transición de fase vítrea a 90 K.

En este trabajo, se estudió la dinámica rotacional y el orden orientacional de la fase monoclínica de $CBrCl_3$, mediante simulaciones de Dinámica Molecular y Monte Carlo. Se encontraron cuáles son los procesos que dan lugar a las relajaciones primarias y secundarias, y su relación con las orientaciones de las moléculas. Además, los tiempos de relajación obtenidos de las simulaciones fueron comparados con resultados experimentales de dieléctrico, resultando en muy buen acuerdo.

## 207. Red de links activos del modelo del Votante

Caridi I[1],Manterola S[2],Balenzuela P[2]

[1] *Instituto de Cálculo Facultad de Ciencias Exactas y Naturales UBA y CONICET*

[2] *Depto. Física, FCEyN (UBA) - IFIBA - CONICET*

El modelo del votante es uno de los más conocidos de formación de opinión en el cual una población de agentes inmersa en una red de contactos evoluciona hacia el consenso a través de una dinámica de imitación. Los agentes tienen una opinión que puede tomar dos valores posibles ($1$ y $-1$). Las reglas originales del modelo establecen que en cada paso, uno de los $N$ agentes de la población y uno de sus vecinos son elegidos al azar. Si el estado de ambos agentes es diferente, entonces el primer agente toma el estado del segundo. Desde un comienzo, muchos trabajos han estudiado el conjunto de links activos a lo largo de la evolución del modelo. Los links activos son aquellos que conectan agentes que están en diferente estado. De esta forma, este conjunto es dinámico. En este trabajo estudiamos la estructura de la red de links activos (RLA), que es la

subred de contactos inducida a partir del conjunto de links activos, a lo largo de la dinámica del juego, y en relación al estado de los agentes. El resultado principal que hemos encontrado es que las dos poblaciones (la de agentes que están en estado $1$, y la de agentes en estado $-1$) juegan un rol diferenciado en la topología de la RLA a lo largo de la dinámica. Cuando la fracción de links activos es pequeña, una población juega el rol de *centros de estrellas* mientras que la otra, el rol de *hojas de estrellas*. Cuando la fracción de links activos es alta, no es posible distinguir ambas poblaciones.

## 208. Renormalización funcional aplicada a propagación de ondas en medios aleatorios

Lamagna F[1],Calzetta E[1]

[1] *Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad de Buenos Aires*

Se implementó el metodo del grupo de renormalizacion funcional (FRG) para el estudio de la propagación de ondas en medios desordenados. Consideramos una ecuación de ondas en un medio el cual se describen sus propiedades a través de una función aleatoria de la posición. Esta propiedad puede ser en el caso de una onda vectorial, la constante dieléctrica; en el caso de una onda escalar, la velocidad del sonido. El FRG consiste en introducir un *cutoff* infrarrojo $\Lambda$ en la escala de momentos de la correlación del medio, y luego obtener una ecuación integro-diferencial funcional para la acción efectiva "promedio", cuya resolución en $\Lambda = 0$ es la acción efectiva exacta. A través de una parametrización de la acción efectiva, se obtiene una ecuación diferencial aproximada para la autoenergía a impulso cero, cuya parte imaginaria está vinculada a la absorbancia del medio. En un medio compuesto de esferas "dieléctricas" distribuidas aleatoriamente los resultados obtenidos mediante el FRG son comparables a los que surgen de *ladder approximation*; en particular, el FRG describe correctamente el límite en que la longitud de correlacion de las fluctuaciones en la constante dielectrica tiende a cero.

## 209. Resonancia estocástica en simulaciones Monte Carlo de adsorción de plata sobre oro.

Giménez M C[1]

[1] *Facultad de Matemática Astronomía y Física - Universidad Nacional de Córdoba*

El fenómeno de resonancia estocástica consiste en el efecto del ruido sobre una señal periódica, que tiene como consecuencia una amplificación de la respuesta del sistema. Fue estudiado por primera vez a principios de los años 80 simultáneamente por un grupo en Bélgica y otro en Italia, aplicado a los períodos de glaciación de la tierra. Esta idea se extendió posteriormente a muchas ramas de la ciencia, incluyendo sistemas físicos, químicos, eléctricos, sociales y biológicos.

Con anterioridad se habían realizado estudios de resonancia estocástica en el contexto de los modelos de opinión, en colaboración con el Dr. Horacio Wío. El sistema consistía en un conjunto de agentes, con dos posibles estados de opinión, que se pueden contagiar mediante el modelo de Sznajd, con una propaganda periódica externa, que ejerce influencia sobre el sistema en una u otra dirección, y una temperatura social, que aporta el grado de estocasticidad necesario para la observación del fenómeno.

El trabajo actual consiste en simulaciones Monte Carlo de adsorción de una monocapa de plata sobre una superficie de $Au(100)$. Se estudió el proceso de adsorción y desorción de la plata, como consecuencia de la variación periódica del potencial químico. La función que describe la variación temporal del potencial químico es una función seno, con amplitud y longitud de

onda características. Se estudió la distribución del tiempo de residencia en cada estado, como así también la relación señal-ruido (SNR) de la transformada de fourier del grado de cubrimiento y su relación con las distintas variables: amplitud, longitud de onda y temperatura.

La analogía entre los dos sistemas consiste en la correspondencia entre las dos opiniones posibles y los dos estados de ocupación posibles de cada sitio en la superficie. Por otro lado, la propaganda y el potencial químico juegan el mismo papel de señal externa periódica. Finalmente la temperatura social y la temperatura real cumplen el papel de fuente de ruido necesario para la observación del fenómeno. Los resultados observados para ambos sistemas son cualitativamente similares, demostrando la generalidad de la física subyacente, más allá del sistema particular estudiado.

## 210. Solución de primer orden a las ecuaciones no lineales de Schrödinger y Klein-Gordon

Zamora D J[1],Rocca M C[1],Plastino A[1]

[1] *Instituto de Física La Plata, Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas, UNLP - CONICET*

Durante el último cuarto de siglo, una rama de la mecánica estadística está centrada alrededor de la llamada q-estadística o estadística no extensiva, que fue introducida por Tsallis [1,2]. De ésta se obtienen resultados que se ajustan a los datos experimentales mejor que la estadística de Boltzmann-Gibbs [3] en diversos campos tanto dentro de la física como fuera de ella, como ser en química, biología, economía e informática. La estadística de Tsallis se reduce a la estadística usual cuando el parámetro de extensibilidad, $q$, es igualado a la unidad.

La llamada función q-exponencial es una parte central en esta teoría, siendo esta:

$e_q(x) = [1 + (1 - q)x]^{1/(1-q)}$

La cual tiende a la exponencial ordinaria en el límite $q \to 1$.

En este trabajo presentamos soluciones aproximadas de primer orden de las ecuaciones no lineales de Schrödinger y Klein-Gordon para partículas libres desarrollando en series de Taylor alrededor de $q = 1$ la función q-exponencial.

[1] C. Tsallis, J. of Stat. Phys., 52 (1988) 479.

[2] C. M. Gell-Mann and C. Tsallis, Nonextensive Entropy Interdisciplinary Applications (Oxford University Press, New York, 2004).

[3] C. Tsallis, Introduction to Nonextensive Statistical Mechanics Approaching a Complex World (Springer, NY, 2009).

## 211. Transiciones de fase magnéticas con puntos críticos de segundo orden a campo finito

Bustingorry S[1],Pomiro F[2],Aurelio G[1],Curiale J[1 3]

[1] *Centro Atómico Bariloche - CONICET, Comisión Nacional de Energía Atómica*

[2] *Instituto de Investigaciones Físico-Químicas de Córdoba, CONICET-UNC*

[3] *Instituto Balseiro - Universidad Nacional de Cuyo*

El diagrama de fases que típicamente asociamos a una transición magnética tiene una línea de transición de primer order a campo magnético nulo que termina en un punto crítico de segundo orden a la temperature de Curie ($T = T_c, H = 0$). Mientras que la línea de transición de primer order separa dos estados mágneticos con simetría *up-dow*, con un salto entre estados con magnetización $\pm M$, la magnetización se anula de forma continua al pasar por el punto crítico.

En este trabajo mostraremos a partir de un modelo de Landau de campo medio, que acopla la magnetización a cambios estructurales, como pueden generarse puntos críticos de segundo orden a campo magnético finito ($T = T_c, H = \pm H_c$) y un punto triple con un salto de magnetización a campo nulo. El análisis se basará en una generalización del gráfico de Arrott, que en su forma usual consiste en graficar $H/M$ en función de $M^2$ a temperatura constante, que permite ubicar el punto crítico en una transición de segundo orden. Aplicaremos este análisis al estudio del diagrama de fases magnético del sistema $La_{2/3}Ca_{1/3}MnO_3$ y presentaremos estimaciones de la localización del punto triple y de los puntos críticos de segundo orden.

# NANOSENSORES Y PLASMÓNICA

MARTES 04 14:00 - 16:00 hs y 17:30 - 18:00 y MIÉRCOLES 05 14:30 - 16:30 hs. Block 1 y Block 2

## 212. Detección de contaminantes orgánicos en agua mediante nanopartículas de Ag

Demaría C S[1],Muñetón Arboleda D[2],Scaffardi L B[2 3],Schinca D C[2 3],Mártire D[4],Arce V B[1 2]

[1] *Facultad de Ciencias Exactas - Universidad Nacional de La Plata*

[2] *Centro de Investigaciones Ópticas, CONICET La Plata - CIC-BA*

[3] *Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional de La Plata*

[4] *Instituto de Investigaciones Fisicoquímicas Teóricas y Aplicadas (INIFTA), CONICET - UNLP*

Las propiedades ópticas extraordinarias de las nanopartículas de metales nobles tienen un interés significativo debido a su potencial aplicación en campos como la medicina, la química, la física y el medio ambiente. Los sensores plasmónicos basados en nanoestructuras metálicas han provocado gran interés en la investigación científica. En particular, las características plasmónicas de nanopartículas (NPs) metálicas son sensibles tanto a la morfología y composición de la NP como al medio que las rodea, permitiendo la utilización de estas NPs como sensores. En este trabajo se estudian los cambios producidos en los espectros de extinción de suspensiones de NPs de plata en agua con diferentes concentraciones de contaminantes orgánicos como el etanol y la acetona. El estudio se logró analizando la posición del máximo y el ancho medio de los espectros de extinción obtenidos inmediatamente después del agregado del contaminante. Se ha realizado el análisis teórico de los espectros de extinción de las suspensiones de NPs de plata en presencia de diferentes concentraciones de contaminantes, utilizando teoría de Mie. La modificación de la función dieléctrica del medio es calculada con la teoría de la función dieléctrica efectiva de Bruggerman.

### 213. Efecto del dimetilsulfóxido en las características plasmónicas de nanopartículas de plata generadas por ablación láser de fs

Arce V B[1 2],Scaffardi L B[3 2],Schinca D C[2 3]

[1] *Facultad de Ciencias Exactas - Universidad Nacional de La Plata*

[2] *Centro de Investigaciones Ópticas, CONICET La Plata - CIC-BA*

[3] *Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional de La Plata*

El interés en las nanopartículas de plata (AgNps) ha crecido en forma continua en los últimos años, debido a la peculiaridad de sus propiedades físicas y químicas. Las AgNps tienen importantes aplicaciones en muchas áreas científicas y tecnológicas El control del tamaño, la forma y funcionalización de la superficie es un tema muy importante en la síntesis de nanopartículas de metales nobles. La ablación láser de un blanco metálico en un medio líquido ha surgido como una técnica no química predominante para la producción de suspensiones coloidales de nanopartículas. En este trabajo se comparan y analizan las características plasmónicas de AgNps fabricadas mediante ablación láser con un Ti:Za de pulsos ultracortos de 100 fs de duración y una longitud de onda central en 800 nm, enfocado sobre un blanco sólido de plata sumergido en agua destilada, dimetilsulfóxido (DMSO) y en mezclas de dichos solventes, utilizando energías de 100 ?J y 500 ?J. El ajuste teórico de los espectros experimentales de las suspensiones coloidales de plata se basa en Teoría deMie, incluyendo modificaciones con el tamaño en la función dieléctrica a través de la constante de amortiguamiento del modelo de Drude para los electrones libres como también modificaciones con el tamaño en la contribuciónde los electrones ligados.

# PARTÍCULAS Y CAMPOS

MARTES 04 14:00 - 16:00 hs y 17:30 - 18:00 y MIÉRCOLES 05 14:30 - 16:30 hs. Block 1 y Block 2

### 214. Análisis de las cáusticas y singularidades a través de un estudio de las soluciones de la ecuacion eikonal

Burgos F[1],Benitez F[1],Rojas T A[2],Nieva J L[1]

[1] *Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad Nacional de Catamarca*

[2] *Centro de Investigaciones y Transferencia de Catamarca - CONICET*

Estudiamos las soluciones de la ecuación Eikonal y sus singularidades en espacios tiempo asintóticamente planos, a partir de un análisis de las ecuaciones de Hamilton y Hamilton-Jacobi en el contexto de la Relatividad General, usando un análisis topológico de la teoría de causticas y las singularidades de frente de ondas y su relación con las subvariedades de Lagrange y Legendre.

## 215. Aporte Huygens de las superficies características a espaciotiempos de vacío

Bordcoch M[1],Rojas T A[2],Kozameh C N[3]
[1] *Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad Nacional de Catamarca*
[2] *Centro de Investigaciones y Transferencia de Catamarca - CONICET*
[3] *Facultad de Matemática Astronomía y Física - Universidad Nacional de Córdoba*

En la década de 1980 surge el Formalismo de Superficies Nulas en el cual la Relatividad General se expresa en términos de dos funciones escalares a partir de las cuales se determina el tensor métrico. Este formalismo presenta la ventaja de reducir el número de ecuaciones a resolver (a costa de incrementar el número de variables) y de darle a la métrica un rol secundario (ventaja útil en gravitación cuántica). La ecuación principal del formalismo es una ecuación diferencial inhomogénea para las Superficies Características, donde el término de fuente depende de manera clara y directa del dato libre. En este trabajo, se estudiará la ecuación de las superficies nulas a orden lineal en el dato libre y se analizará cómo las soluciones a dicha ecuación contribuyen a la métrica de un espaciotiempo de vacío.

## 216. Centro de Masa y Momento Angular en un Espacio Tiempo Axisimétrico en el Estudio de Ondas Gravitacionales

Ortega R G[1],Kozameh C[2]
[1] *Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad Nacional de Catamarca*
[2] *Facultad de Matemática Astronomía y Física - Universidad Nacional de Córdoba*

Presentamos una definición de centro de masa y momento angular en un espacio-tiempo axisimétrico en el estudio de ondas gravitacionales, considerando en las ecuaciones una expansión hasta el orden octupolar para la radiación a partir de la definición de la deformación asintótica. Para un observador en el infinito futuro nulo asociado a una congruencia nula suponemos que la radiación que alcanza un dispositivo detector proviene de un punto fuente. Definimos el centro complejo de masa como una línea mundo especial en el espacio de observación tal que el momento dipolar de masa que se construye desde el tensor de Weyl es nulo para la congruencia nula con deformación asintóticamente cero. Presentamos también las ecuaciones obtenidas para momento lineal y momento angular aplicando la integral linkages de Winicour-Tamburino y su reducción como un caso particular para axisimetría. Se encuentra que el centro de masa y el momento angular se pueden derivar del mismo objeto matemático para un espacio-tiempo axisimétrico, el tensor centro de masa-momento angular; y además que la definición del momento angular es coincidente con la definición para axisimetría con la integral de Komar. Para la resolución de las ecuaciones usamos los Polinomios asociados de Legendre con peso de spin.

## 217. Condición de metricidad regularizada en tres dimensiones y sus soluciones en el contexto de NSF

Juárez G[1],Rojas T A[2],Bordcoch M[1]
[1] *Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad Nacional de Catamarca*
[2] *Centro de Investigaciones y Transferencia de Catamarca - CONICET*

Se plantea una generalización del NSF (Formalismo de Superficies Nulas) tridimensional que incluya el problema de formación de singularidades, utilizando como herramienta el mecanismo de las subvariedades y mapas de Legendre, que permitan una descripción global de estas superficies

nulas. En particular, las ecuaciones del NSF en tres dimensiones se reescribe en términos de una función generatriz que describe una subvariedad de Legendre inmersa en el fibrado cotangente, cuya proyección al espacio de configuración permite obtener las puntos singulares. Se obtiene así una versión de la condición de metricidad que permanece suave alrededor de una caustica, denominada condición de metricidad regularizada. Los resultados obtenidos en este trabajo plantean como perspectiva en un futuro estudiar la condición de metricidad regularizada para encontrar otras soluciones no triviales en los puntos cáusticos y establecer el tipo de espaciotiempo que representaría cada una de ellas.

## 218. Datos iniciales conformemente planos para agujeros negros altamente rotantes

Ortiz O E[1]
[1] *Facultad de Matemática Astronomía y Física - Universidad Nacional de Córdoba*

Hay evidencias observacionales de la existencia de agujeros negros casi extremos, con relaciones de spin $J/m^2$ superiores a 0.98. Para poder estudiar tales objetos en Relatividad General es deseable tener datos iniciales para las ecuaciones de Einstein, es decir soluciones de las ecuaciones de vínculo, que sirvan para resolver las ecuaciones de evolución. Presentamos una manera de plantear las ecuaciones de vínculo apropiada para obtener soluciones numéricas que representen datos iniciales suaves, conformemente planos, en simetría axial. En este contexto, revisamos el dato inicial de Bowen-York y presentamos otros datos que suponen mejoras para la relación de spin.

## 219. Desigualdad entre tamaño y carga en simetría esferica.*

Anglada P[1 2],Dain S[1 2],Ortiz O E[1 2]
[1] *Facultad de Matemática Astronomía y Física - Universidad Nacional de Córdoba*
[2] *Instituto de Física Enrique Gaviola de Córdoba, CONICET-UNC*

En el contexto de Relatividad General, probamos que para un cuerpo cargado, esfericamente simétrico, dos veces el radio ($\mathcal{R}$) es siempre estrictamente mayor que la carga del cuerpo ($Q$):

$$2\mathcal{R} > Q$$

Ademas probamos que esta desigualdad geométrica es sharp, analizamos las implicancias físicas de la misma, y presentamos ejemplos numéricos que ilustran el teorema obtenido.

* Inequality between size and charge in spherical symmetry ; Phys. Rev. D 93, 044055

## 220. Efectos de neutrinos de Majorana sobre el flujo de $\nu_\tau$ de Ultra Alta Energía atravesando la Tierra

Sampayo O A[1],Duarte Pastorino L[2],Romero I[1],Zapata G[1]
[1] *Instituto de Investigaciones Físicas De Mar De Plata, CONICET-UNMdP*
[2] *Instituto de Física. Facultad de Ingeniería. Universidad de la República - Uruguay*

Estudiamos el efecto originado por neutrinos de Majorana estériles sobre el flujo de $\nu_\tau$ que atraviesa la Tierra. Consideramos la interacción entre los neutrinos de Majorana y la materia ordinaria por medio del formalismo de operadores efectivos. El flujo final de neutrinos que llegan al detector se calcula utilizando un sistema de ecuaciones de transporte que incluye la producción y

decaimiento de los neutrinos de Majorana. Se compara el resultado con el obtenido sólo utilizando el modelo estandard. Calculamos el flujo para distintos valores del acoplamiento $\zeta$ el cual es una combinación de constantes de acoplamiento y la escala efectiva $\Lambda$. Consideramos el flujo detectado por IceCube para un tiempo de operación de diez años con neutrinos de Majorana de masa $m_N \sim m_\tau$.

## 221. Entropía relativa y desigualdad para la energía cuántica

Rosso F[1],Blanco D[2],Casini H[3],Leston M[2]
[1] *Departamento de Fisica, FCEyN, UBA*
[2] *Instituto de Astronomía y Física del Espacio, CONICET-UBA*
[3] *Instituto Balseiro, Centro Atómico Bariloche y CONICET*

La entropía relativa es una cantidad de la teoría de la información que cuantifica la distinguibilidad entre dos estados. Utilizando una de sus propiedades, la monotonicidad ante inclusión de regiones, es posible obtener una desigualdad para los valores de expectación de la energía de estados arbitrarios en una teoría de campos conforme. En este trabajo se deriva y analiza esta relación en 1+1 dimensiones.

## 222. Espaciotiempo generado por eventos astrofísicos relacionados con la radiación cuadrupolar

Bordcoch M[1],Konverski P N[1],Ortega R G[1]
[1] *Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad Nacional de Catamarca*

Al analizar la estructura de una región del espaciotiempo se busca construir el tensor métrico que describa adecuadamente dicha región. Para ello es necesario indagar a cerca de la existencia de fuentes de materia y energía que puedan afectar su curvatura y como consecuencia de ello perturbar la dinámica de las partículas y cuerpos que se encuentren allí. En este trabajo se estudia el espacio-tiempo en el que se incluyen eventos astrofísicos tales que liberan energía en forma de radiación gravitacional a orden cuadrupolar. Esta tarea se lleva a cabo en el contexto del Formalismo de Superficies Nulas de Relatividad General donde la radiación está representada a partir de una función compleja denominada deformación (shear) que juega el rol de dato libre dentro de este formalismo.

## 223. EspacioTiempos Asintoticamente Planos 3-d en NSF

Rojas T A[1],Leguizamon C[1],Nieva J L[1]
[1] *Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad Nacional de Catamarca*

En el presente trabajo se hará una revisión de las ecuaciones del Formalismo de Superficies Nulas de la Relatividad General en 3 dimensiones y se los interpretarán en el contexto de los Espaciotiempos Asintóticamente Planos, analizando específicamente las condiciones para la existencia de la métrica y las ecuaciones dinámicas del formalismo. Se mostrara que el conjunto de las ecuaciones resultantes tienen el mismo significado geométrico que la formulación de cuatro dimensiones sin las complejidades técnicas de este.

## 224. Estudio del Retroceso de las Ondas Gravitacionales y sus efectos en un sistema binario de Agujeros Negros

Bordcoch M[1],Konverski P N[1],Rojas T A[2]
[1] *Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad Nacional de Catamarca*
[2] *Centro de Investigaciones y Transferencia de Catamarca - CONICET*

En muchos fenómenos astrofísicos con emisión de radiación gravitacional no isotrópica se detecta un efecto de retroceso del centro de masa, en dirección opuesta a la emisión de la radiación. El retroceso es una consecuencia de la emisión del flujo de momento lineal y momento angular del sistema. En el contexto de la Coalescencia de Sistemas Binarios Compactos este retroceso se manifiesta como una patada gravitacional al Agujero Negro que resulta de la fusión de los cuerpos que interaccionan. Analizamos el uso de la aproximación Post Newtoniana para calcular el flujo de momento y el retroceso resultante de la Onda Gravitacional de un sistema binario compuesto por Agujeros Negros que se mueven en órbitas circulares. El estudio se realiza contemplando los términos hasta el orden 2.5 PN.

## 225. Fabricación y caracterización de detectores de radiación a bajas temperaturas y altas frecuencias

Rodríguez M C[1]
[1] *Instituto Balseiro - Universidad Nacional de Cuyo*

En la actualidad existen diversas áreas de interés donde es importante hacer mediciones cada vez más precisas y con mayor resolución. Para ello, frecuentemente se usan detectores a bajas temperaturas. Sin embargo, se complica su uso cuando resulta necesario leer numerosos sensores, como por ejemplo en el caso de querer producir imágenes 2D. Para simplificar la lectura de múltiples detectores se empezó recientemente a operarlos a altas frecuencias.

En este trabajo se estudiaron dos tipos de detectores superconductores que funcionan en frecuencias RF/microondas. Se caracterizó un nuevo tipo de detector mediante simulaciones y se fabricó un modelo que consiste en una línea de transmisión con un defecto en distintas posiciones. Se pudo determinar en qué posición de la línea estaba el defecto midiendo parámetros de reflexión. Por otro lado, se trabajó con detectores MKIDs, que consisten en arreglos de microresonadores superconductores. Se realizaron simulaciones y se observó cómo variaba la transmisión de la línea al modificar la frecuencia de un resonador. Se fabricaron detectores MKIDs mediante litografía y se caracterizaron los materiales midiendo la transición superconductora. Se confirmó así el potencial de ambos tipos de detectores para la construcción de sensores 2D a bajas temperaturas.

## 226. Hadronización en cromodinámica cuántica

Borsa I[1]
[1] *Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad de Buenos Aires*

La Cromodinámica Cuántica (QCD) es la teoría que mejor describe la interacción entre quarks y gluones en procesos de altas energías. El éxito fenomenológico de dicha teoría a lo largo de más de cuarenta años de validación en experimentos le da un estatus indiscutido en el paradigma actual para las interacciones fundamentales de la materia [1-3]. QCD es una teoría de campos de gauge, y la manera en que se la vincula a los distintos procesos de altas energías es a partir de una descripción perturbativa de los mismos. En dicha descripción, las secciones eficaces para distintos procesos se factorizan en una parte asociada a interacciones o mecanismos susceptibles

de ser descriptos por cálculos perturbativos , y que predice QCD orden por orden, y otra parte típicamente no perturbativa, pero que es "universal". La universalidad consiste en que dicho aspecto de la interacción es independiente de un proceso particular y común a todas las mediciones, por lo que puede ser determinado en unas para predecir, a su vez, otras [4].
El procedimiento por el cual se determinan las componentes no perturbativas de los procesos de altas energías se denomina comúnmente "análisis global de QCD" y básicamente consiste en contrastar los resultados de distintos experimentos con los cálculos perturbativos correspondientes. Entre los distintos ingredientes no perturbativos de QCD, y que se obtienen a partir de análisis globales, se encuentran las funciones de fragmentación. En una primer aproximación, dichas funciones representan la probabilidad de que un gluón o un quark de determinada especie se fragmente en un hadrón, es decir, polarice el vacio a su alrededor para formar un hadrón de estado final, tal como requiere el confinamiento de color de QCD [5].
Éste trabajo pretende realizar un estudio detallado de los procesos de producción de hadrones a altas energías en el contexto de la Cromodinámica Cuántica (QCD) perturbativa. En particular, el trabajo se enfocará en el estudio de las probabilidades de fragmentación de quark y gluones en hadrones y su extracción a partir de análisis globales de QCD al orden siguiente al dominante (NLO). Se presentarán resultados correspondientes al cálculo y análisis fenomenológico de las secciones eficaces de hadroproducción en proceseos de dispersión inelástica semi-inclusiva, como las realizadas en experimentos de blancos fijos como Hermes en DESY y Compass en CERN.

[1] F. J. Yndurain, "The Theory of Quark and Gluon Interactions"(Springer Verlag, Berlin, 1999).
[2] J.C. Collins, D.E. Soper, and G. Sterman,"Perturbative QCD", Adv. Ser. Direct. High Energy Phys.5 , 1 (1988)
[3] G. Dissertori, I. Knowles, M. Schmelling, "Quantum Chromodynamics", (Oxford Science 2003)
[4] J.C. Collins and D.E. Soper, Nucl. Phys.B193, 381 (1981); B213, 545(E) (1983); B194, 445 (1992).
[5] D.de Florian, R.Sassot, M.Stratmann, Global Analysis of fragmentation functions for pions ans kaons and their uncertainties. Phys.Rev.D75 114010 (2007)

## 227. Invariancia del modelo dinámico BS en Finanzas Cuánticas.

Addad R R[1],Pendino A M[2] [3]
[1] *Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura - Universidad Nacional de Rosario*
[2] *Instituto Balseiro - Universidad Nacional de Cuyo*
[3] *Facultad de Ciencias Económicas y Estadística - Universidad Nacional de Rosario*

Dada la importancia del estudio de simetría en un modelo dinámico, y de la ecuación de Black-Scholes (BS) en la teoría de los mercados financieros, establecemos los operadores de simetría de diferentes órdenes y el grupo de equivalencia, introduciendo los conceptos de simetría y leyes de conservación del modelo. Se muestra que la ecuación BS es invariante bajo el grupo de simetría de Schrödinger y usando variables financieras se construye una representación del álgebra de Schrödinger.

## 228. Neutrinos de Majorana en LHC, Acoplamientos efectivos, Asimetrías.

Sampayo O A[1],Duarte Pastorino L[2],Gonzalez-Sprinberg G A[3],Peressutti J[1]
[1] *Instituto de Investigaciones Físicas De Mar De Plata, CONICET-UNMdP*
[2] *Instituto de Física, Facultad de Ingenieria, Universidad de La Republica, Montevideo, Uruguay*
[3] *Facultad de Ciencias, Universidad de la República, Uruguay*

Consideramos la posibilidad de producción de neutrinos de Majorana en the Large Hadron Collider (LHC) estudiando los estados finales $l_i^+ l_j^+ + 2jets$ ($l_j \equiv e, \mu, \tau$) los cuales debido a la violación de número leptónico son una señal clara de la contribución de neutrinos de Majorana intermediarios.

Las interacciones entre neutrinos de Majorana y la materia ordinaria se obtienen del formalismo de lagrangianos efectivos.

Estudiamos la distribución correspondiente al ángulo entre los leptones finales. Utilizamos la asimetría delante-atrás definida para este ángulo para estudiar cámo esta distribución angular depende de las contribuciones de los distintos operadores invariantes de gauge. Los cortes reportados en la literatura son utilizados para mejorar la relación señal/background mientras que para masas chicas se implementa un nuevo tipo de corte sobre vértices desplazados que ha probado ser muy eficiente para descartar el background.

## 229. Partículas compuestas en el contexto de Faddeev-Jackiw. No equivalencia entre los formalismos de Dirac y Faddeev-Jackiw

Manavella E C A[1]
[1] *Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura - Universidad Nacional de Rosario*

Hace un tiempo, fue revisado el formalismo de cuantificación canónica de Faddeev-Jackiw para sistemas vinculados con variables dinámicas de Grassmann en el contexto de la teoría de campos. En el presente trabajo, el formalismo resultante se aplica a un modelo de campos de gauge U(1)xU(1) no relativista clásico que describe la interacción electromagnética de partículas compuestas en dimensiones 2+1. El modelo contiene un campo U(1) de Chern-Simons y el campo electromagnético, y utiliza un sistema de bosones compuestos o uno de fermiones compuestos. Los resultados obtenidos son comparados con los correspondientes a la implementación del formalismo de Dirac a este modelo, concluyendo que los métodos de Faddeev-Jackiw y Dirac no pueden ser considerados equivalentes. Se considera explícitamente el caso de fermiones compuestos.

## 230. Perturbaciones axiales de la metrica de Linet - Tian con constante cosmologica negativa

Gleiser R J[1 2]
[1] *Facultad de Matemática Astronomía y Física - Universidad Nacional de Córdoba*
[2] *Instituto de Física Enrique Gaviola de Córdoba, CONICET-UNC*

Se presenta un analysis de las perturbaciones axiales de la metrica de Linet - Tian con constante cosmologica negativa. Esta es una generalizacion de la metrica de Levi - Civita, que corresponde a la solucion general de las ecuaciones de Einstein de vacio con simetria cilindrica completa. La solucion de Levi - Civita contiene una singularidad a lo largo del eje de simetria que puede interpretarse como correspondiente a una fuente lineal del campo gravitatorio. La metrica de Linet - Tian generaliza esta solucion incluyendo una constante cosmologica. En un

trabajo previo [1] se demostro la existencia de inestabilidades en las soluciones de Levi - Civita ante perturbaciones axiales. En este trabajo se extiende este analisis a la solucion de Linet - Tian. La existencia de una constante cosmologica negativa implica un cambio sustancial en las condiciones de contorno en el infinito en las ecuaciones de evolucion, respecto del caso con constante cosmologica nula. Las implicancias de este cambio respecto del problema de estabilidad son consideradas en detalle.

[1] R J Gleiser, Class. Quantum Grav. 32 (2015) 065003 (19pp)

## 231. Regularización de singularidades espaciotemporales en teorías teleparalelas de gravedad

Vattuone N[1],Fiorini F[1]
[1] *Instituto Balseiro - Universidad Nacional de Cuyo*

En este trabajo se estudiaron dos tipos de teorías de gravedad modificada -en el contexto teleparalelo- con el objetivo de regularizar las singularidades a las que lleva inevitablemente la Relatividad General. Estas teorías se construyen sobre la base del esquema determinantal de Born-Infeld utilizado para regularizar el electromagnetismo. En trabajos anteriores [?], se aplica dicho esquema en el marco de las teorías teleparalelas de la gravedad, obteniéndose resultados positivos para regularizar la cosmología.

En la primera parte del trabajo, se estudió un modelo de gravedad teleparalela en 1+1 dimensiones, al cual se denominó teoría TT. A partir de esto, se propuso un método para el cálculo de las ecuaciones de Euler-Lagrange de la acción determinantal. Una vez obtenidas, se analizó el régimen de bajas energías y se observó que la traza de las ecuaciones da lugar a la gravedad de Jackiw-Teitelboim. Además, se estudió el modelo cosmológico al que lleva la acción de Born-Infeld, el cual resulta ser regularizado para ciertos parámetros de la teoría, al reemplazar la singularidad inicial del Big Bang por una etapa inflacionaria de extensión infinita hacia el pasado, tal como ocurre en 3+1 dimensiones.

En segundo lugar, se estudió la modificación determinantal de la Relatividad General en $D > 2$ dimensiones. Utilizando el método mencionado, se calcularon las ecuaciones de movimiento de la teoría, lo cual es un aporte original de este trabajo y un punto de partida esencial para el estudio de nuevas soluciones. A partir de ellas, se pudieron probar una serie de proposiciones que permiten saber bajo qué condiciones se recuperan las soluciones de la Relatividad General y bajo cuáles se espera que haya modificación. En este marco, se muestra explícitamente cuales son las tétradas que dan lugar a Schwazschild y cómo se puede generar una constante cosmológica mediante un boost adecuado. Finalmente, estudiamos cómo el esquema de Born-Infeld regulariza la cosmología.

## 232. Sistemas de Detección de Partículas basados en Fotomultiplicadores con Matriz de Silicio para aplicación en Radiografías de Volcanes

Oda Y[1],Arnaldi H[1 2],Asorey H[1 2],Bertou X[2 3]
[1] *Instituto Balseiro - Universidad Nacional de Cuyo*
[2] *Laboratorio de Detección de Partículas y Radiación, Centro Atómico Bariloche, CNEA*
[3] *Centro Atomico Bariloche - Comisión Nacional de Energía Atómica*

La muongrafía es una novedosa técnica que permite determinar la distribución de densidades en el interior de estructuras de gran tamaño al medir la absorción diferencial de los muones

atmosféricos que las atraviesan. Los recientes avances en detectores de partículas permiten la construcción de una nueva generación de cámaras de muones de bajo consumo, bajo costo, resistentes y portátiles.

En el marco del proyecto *Muon Telescope* (MuTe), realizado en colaboración con instituciones colombianas, se está desarrollando una cámara de muones para aplicaciones en muongrafía de volcanes. Nuestra cámara de muones consta de dos planos cuadrados formados con tiras de plástico centellador dispuestas en una matriz bidimensional $xy$, para formar píxeles en cada intersección de una barra $x$ con una barra $y$. Así, mediante el uso de $(x+y)$ canales de detección por plano se obtiene una cámara de $(x \times y)$ píxeles. La detección en coincidencia entre dos píxeles en cada plano permite reconstruir la dirección de propagación de la partícula incidente. Cada línea de detección se compone de una tira de poliestireno DOW 663 de $4$ cm por $1$ cm de sección, dopados con una combinación de 2,5-difenil-oxazol (PPO) y 1,4-bis(5-fenil-oxazol-2-il)benceno (POPOP). En el centro de la barra se coloca una fibra óptica centelladora Kuraray Y-11 de $1{,}3$ mm dopada con el compuesto K-27 que actúa como desplazador de longitud de onda al verde. Los fotones transportados por la fibra son dirigidos hacia un fotomultiplicador de matriz de silicio (SiPM). En este caso se ensayaron dos SiPM diferentes: Hamamatsu S12571-0100CS y S13360-1350CS. La polarización, control y adquisición de señales se realizó mediante la adaptación de electrónicas diseñadas para el *Latin American Giant Observatory* (LAGO) y el *Scintillator Surface Detector* (SSD) del Observatorio Auger.

En este trabajo se caracterizaron distintas variantes geométricas de tiras centelladoras, estudiando la dependencia de la tasa de disparo con el voltaje de polarización y la temperatura del SiPM para diferentes configuraciones. También se obtuvieron las correspondientes curvas de calibración de la señal versus el número de fotones individuales en el rango de 2 a 10 fotones, caracterizándola mediante la utilización de un modelo numérico simplificado. Finalmente, se midió y caracterizó la respuesta de un pixel formado por la intersección de dos barras perpendiculares.

## 233. Una revisión acerca de las Ondas Gravitacionales

Quinteros R A[1],Nieva J E[2]

[1] *Dep. Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Catamarca*

[2] *Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad Nacional de Catamarca*

En este trabajo, se presenta una introducción elemental a la teoría de las ondas gravitacionales. Este es parte de un seminario dirigido a estudiantes que han tenido una exposición a la relatividad general, pero, los resultados de la relatividad general que se utiliza en la discusión principal vienen de la bibliografía citada. La aproximación de campo gravitatorio débil se considerada como las ecuaciones de Einstein linealizado. Se discuten las soluciones de onda plana a estas ecuaciones y consideramos el gauge TT (transversal-sin traza). A continuación se discute el movimiento de partículas de prueba en presencia de una onda gravitatoria. Se aplica el método de las funciones de Green para obtener las soluciones a las ecuaciones de campo linealizadas en presencia de una fuente no relativista, aislada.

# FÍSICA ATÓMICA Y MOLECULAR

MIÉRCOLES 05 17:00 - 18:00 hs y JUEVES 06 14:30 - 18:00 hs. Block 1 y Block 2

## 234. Análisis por XRRS de alteraciones estructurales inducidas durante el cargado de $Li_4Ti_5O_{12}$

Robledo J I[1 2],Leani J J[1 2],Oliva F[3],Sánchez H J[1 2]

[1] *Facultad de Matemática Astronomía y Física - Universidad Nacional de Córdoba*

[2] *Instituto de Física Enrique Gaviola de Córdoba, CONICET-UNC*

[3] *Instituto de Investigaciones Físico-Químicas de Córdoba, CONICET-UNC*

Recientemente hemos establecido una técnica que utiliza la Dispersión Raman Resonante de Rayos X (XRRS) junto al Análisis de Componentes Principales (PCA) para la discriminación de entorno químico en metales [1]. Las baterías de ion litio han sido un tema de alto interés en la última década y ,debido a sus excelentes características, el compuesto $Li_4Ti_5O_{12}$ (también conocido como LTO) ha sido investigado, en los últimos años, como material de ánodo para estas baterías [2]. El LTO ha demostrado buena reversibilidad de intercalación/desintercalación de iones litio y resulta un material notablemente seguro para este uso. Además, el LTO tiene un voltaje plateau alto comparado a otros materiales candidatos, lo que ayuda a evitar la formación de litio metálico [3]. Debido a esto es que resulta de interés un conocimiento profundo del comportamiento de este compuesto en los distintos estados de carga.
En este trabajo se midieron espectros XRRS y XANES, analizando el Ti del compuesto mencionado. Las mediciones se llevaron a cabo en la línea experimental XRF del sincrotrón italiano Elettra, en Trieste. Se utilizó la técnica XRRS-PCA para determinar los estados de carga a partir de los espectros XRRS y se compararon los resultados con los obtenidos de los espectros XANES.

(1) Robledo *et al.*, Anal. Chem., 87(7), pp 3639-3645 (2015)

(2) Ferg *et al.*, J. Elechtrochem. Soc., 141, L147-150 (1994)

(3) Hong *et al.*, J. Elechtrochem. Soc., 162, A1978-A1983 (2015)

## 235. Aproximación Analítica Unificada a Estados Coherentes

Grinberg H[1 2]

[1] *Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad de Buenos Aires*

[2] *Instituto de Física de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales CONICET- Universidad de Buenos Aires*

Se presenta una descripción detallada de estados no clásicos en óptica cuántica con el objeto de estudiar las funciones de correlación electromagnética, un tema que también tiene ramificaciones en Teoría de la Información Cuántica. El objetivo general está orientado a investigar las propiedades de diversos estados coherentes de un campo de radiación. La motivación primaria

está centrada en ofrecer un algoritmo comprensible y didáctico para la construcción de estados coherentes para un dado sistema físico. Se discuten, además de los estados coherentes canónicos, conjuntos de estados de dos parámetros, estados coherentes algebraicos, estados coherentes de Mittag-Leffler, estados coherentes binomiales, etc. Estos últimos se usan para generar estados no clásicos en la segunda generación armónica.

## 236. Caracterización de las propiedades estructurales y electrónicas del Fullereno C59X dopado con metales de transición

Arguello E R[1],Ortiz E d V[2 3],Ferraresi-Curotto V[4]

[1] *Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad Nacional de Catamarca*

[2] *Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas - Universidad Nacional de Catamarca*

[3] *CONICET*

[4] *Centro de Química Inorgánica, CONICET-UNLP*

Se investigan las propiedades estructurales y electrónicas del fullereno del tipo C59X dopado con metales de transición (X=Pt, Au, Fe, Co, Ni, Pd) a través de cálculos de primeros principios basados en la teoría del funcional de la densidad (DFT). A partir de las geometrías optimizadas de los sistemas C60 y C59X dopado por sustitución, se estudiaron: la distancia de enlace, el momento dipolar, la diferencia de energía entre orbitales frontera (HOMO-LUMO) y las cargas de Mulliken. Los cálculos fueron realizados con el programa Gaussian 03, usando el método híbrido B3LYP que combina el funcional de Becke de gradiente y correlación con el funcional de Lee, Yang y Parr de correlación. El conjunto de bases usado es el 6-31G* y para los metales de transición se empleó el pseudopotencial LANL2DZ propuesto por Hay y Wadt. Los resultados de las muestras dopadas muestran que la distancia de enlace entre el metal y los átomos de carbono se incrementa en todos los casos respecto del sistema C60, siendo mayor este valor con los átomos de C(2 y 5) del pentágono que los C(58) del hexágono. El análisis de la población de Mulliken muestra que luego del dopado los heteroátomos metálicos presentan carga positiva habiéndose realizado la transferencia de electrones hacia los átomos de C próximos vecinos. La polaridad más baja de los sistemas bajo estudio corresponde al C59Au (0,812 D) y la más alta a la del C59Fe (2,892 D).

## 237. Control cuántico robusto de moléculas de LiCN mediante un campo eléctrico externo

Murgida G[1],Arranz F J[2],Borondo F[3]

[1] *Departamento de Física de la Materia Condensada, CAC, CNEA-CONICET*

[2] *Grupo de Sistemas Complejos, Universidad Politécnica de Madrid*

[3] *Instituto de Ciencias Matemáticas, Madrid, España*

Las nuevas tecnologías en pulsos láser de femtosegundos permitieron desarrollar en los últimos años diversas técnicas exitosas para controlar diferentes reacciones químicas. La mayoría de estas técnicas emplean pulsos formados por decenas o centenas de ciclos que permiten poblar progresivamente estados vibracionales específicos. En un trabajo previo propusimos una técnica de control coherente que permitiría controlar y manipular la geometría (estado isómero) de una molécula mediante un pulso de campo eléctrico formado por un único ciclo del orden de los picosegundos [Chem. Phys. Lett. 496, 356 (2010)]. Este método de control coherente permite acceder a estados que son inaccesibles mediante las otras técnicas conocidas, pero posee la desventaja de requerir una precisión tal en la forma del pulso eléctrico que lo hace inaplicable con la tecnología disponible actualmente. En este trabajo mostramos una variante de dicho método que permite

isomerizar una molécula de LiCN de una forma extremadamente robusta, en el sentido de que aún con grandes desviaciones respecto al perfil del pulso prescripto, se obtiene una muy alta probabilidad de éxito en el estado final [J. of Chem. Phys. 143, 214305 (2015)]. Esta característica es especialmente relevante desde el punto de vista experimental, haciendo posible la aplicación del método de control propuesto con la tecnología actual.

## 238. Correspondencia cuántico-clásica en ionización atómica por efecto túnel debido a pulsos láser ultracortos

Arbó D[1]

[1] *Instituto de Astronomía y Física del Espacio, CONICET-UBA*

Analizamos la distribución bidimensional de energía-momento angular de electrones emitidos por átomos de argón en ionización por pulsos láser intensos y cortos. Identificamos ambas características de ionización multifotónica y por efecto túnel en la distribución de ondas parciales para parámetros de Keldysh cercanos a la unidad [1]. Observamos un alto grado de correspondencia cuántico clásica en el proceso de fotoionización que se vuelve aún más pronunciado después de promediar la intensidad del láser en el volumen focal [2]. Deducimos un límite para el momento angular accesible dependiente de la energía dentro del marco de la aproximación de campo fuerte, el cual reproduce con precisión las distribuciones de ondas parciales encontradas en la solución de la ecuación de Schrödinger dependiente del tiempo [3].

[1] Arbó D G et al., 2006 Phys. Rev. Lett. 96 143003

[2] Lemell C et al. 2013 Phys. Rev. A 87 013421

[3] Arbó D G et al., 2015 Journal of Physics: Conference Series 635 012003

## 239. Decaimiento de plasmones en metales: una aproximación pragmática para la cuantificación de un proceso complejo.

Segui S[1 2],Gervasoni J L[1 2 3],Arista N R[1 3]

[1] *Centro Atomico Bariloche - Comisión Nacional de Energía Atómica*

[2] *Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas*

[3] *Instituto Balseiro - Universidad Nacional de Cuyo*

La excitación de plasmones y su posterior decaimiento son procesos de gran interés en varias ramas de la física básica y aplicada. En particular, la forma de los picos de plasmones en espectros de pérdidas de energía de partículas cargadas está determinado en gran medida por la manera en que los plasmones interactúan con el gas de electrones del medio y finalmente decaen. En el presente trabajo nos focalizamos en el problema de cuantificar este proceso dentro del marco del formalismo dieléctrico. Usamos diferentes métodos para definir y evaluar la constante de amortiguamiento $\gamma$ que aparece en el modelo de Drude para la función dieléctrica, desde ajustes empíricos hasta cálculos de probabilidades de transición cuánticas. Comparamos los resultados con los escasos datos encontrados en la literatura.

## 240. Descripción de un proceso de colisión elástica en la formulación cuántica de onda piloto

Cordeiro Ballesteros D C[1 2],Collet C[3],Navarrete F O[1 2],Barrachina R O[1 2]

[1] *Instituto Balseiro - Universidad Nacional de Cuyo*

[2] *Centro Atomico Bariloche - Comisión Nacional de Energía Atómica*

[3] *Ecole Nationale Supérieure dIngénieurs de Caen*

En 1926 Max Born [1] intentó por primera vez realizar una descripción cuántica de una colisión atómica; pero no lo hizo en términos de la Mecánica Ondulatoria de Schrödinger o de la Mecánica Matricial de Heisenberg, sino de la teoría de "ondas piloto de De Broglie", opinando que la misma podría proveer un marco más satisfactorio para el estudio de dicho problema. Pero poco tiempo después, durante la conferencia Solvay de 1927, el programa de investigación imaginado por Born sería abandonado [2]. En el presente trabajo nos proponemos rescatar este objetivo, aplicando la teoría de de Broglie- Bohm [3] al estudio de la colisión elástica de una partícula por un centro de fuerzas en su formulación estacionaria. Este nuevo enfoque teórico permite subsanar las inconsistencias de la teoría de scattering usual [4], así como esclarecer ciertas características del proceso de colisión como, por ejemplo, la aparición de vórtices cuánticos [5].

[1] M. Born, Zeitschrift für Physik **38**, 803 (1926).
[2] G. Bacciagaluppi y A. Valentini, Quantum Theory at the Crossroads: Reconsidering the 1927 Solvay Conference (Cambridge University Press, 2013).
[3] P. R. Holland, The Quantum Theory of Motion: An Account of the de Broglie-Bohm Causal Interpretation of Quantum Mechanics (Cambridge University Press, 1995).
[4] M. Mesinger, Coulomb Scattering in Bohmian Mechanics (Universität Innsbruck, 2004).
[5] F. Navarrete, J. Fiol and R. O. Barrachina, J. Phys. B **46**, 115203 (2013).

## 241. Dualidad onda-partícula del electrón en la fotoemisión asistida por láser

Gramajo A A[1],Della Picca R[1],Arbó D[2]
[1] *Centro Atomico Bariloche - Comisión Nacional de Energía Atómica*
[2] *Instituto de Astronomía y Física del Espacio, CONICET-UBA*

Estudiamos la ionización del átomo de hidrógeno por un pulso XUV linealmente polarizado en presencia de un campo láser intenso IR. Cuando el fotoelectrón es liberado por el pulso XUV, la energía del mismo puede cambiar debido a la interacción con el campo electromagnético del láser. En particular, para el caso que la duración del pulso XUV es mucho más chica que el período del láser, el electrón se comporta como una partícula. La ionización del átomo se produce casi instantáneamente por el pulso XUV para luego el electrón ser acelerado por el campo láser, ganando o perdiendo momento, lo que se observa en el mapa de momentos como una distribución circular centrada en el potencial vector del campo láser al tiempo de ionización. Dependiendo del retraso entre los dos pulsos, la distribución de momentos sigue la forma del potencial vector del láser, convirtiéndose en una especie de osciloscopio con resolución de tiempos ultracortos (attosegundos = trillonésimas de segundo), lo que se conoce como técnica se ?streak camera?. Por otro lado, para el caso que la duración del pulso XUV es mucho mayor que el período del láser, el electrón se comporta como una onda, lo que se evidencia como un fenómeno de interferencia cuántica. Para cálculo de la distribución de probabilidad, elaboramos un modelo aproximado con resultado analítico y lo comparamos con la aproximación de campo fuerte y cálculos ab initio resolviendo solución de la ecuación de Schrödinger dependiente del tiempo en forma numérica.

## 242. Efectos de la interacción FCCF:H2O en las constantes de acoplamiento intramoleculares.

Provasi P F[1],Caputo M C[2],Zarycz M N C[3],Sauer S P A[4],Alkorta I[5],Elguero J[5]
[1] *Dpto. de Física - FACENA- UNNE & IMIT - CONICET*
[2] *Depto. Física, FCEyN (UBA) - IFIBA - CONICET*
[3] *Dpto. de Física - FACENA - UNNE & CONICET*
[4] *Department of Chemistry, University of Copenhagen, Denmark*
[5] *Instituto de Química Medica, CSIC, Juan de la Cierva, 3, E-28006 Madrid, Spain*

En este trabajo se investigó el efecto de la constante de acoplamiento entre espínes nucleares intramoleculares en el complejo de difluoroacetileno y agua. Esto se hizo en forma teórica utilizando calculos ab initio al nivel CCSD (Coupled Cluster Singles and Doubles) y con la base aug-cc-pVTZ-J. Para este análisis se formaron dos tipos de complejos, uno con una interacción $H_2O\cdots\pi$ y otro con una interacción $H_2O\cdots FC$. Se observó que los cambios producidos en las constantes de acoplamiento del $FCCF$ son proporcionalmente mayores a los cambios en el $H_2O$.
Es conocido el hecho que la constante de acoplamiento entre pares de átomos constituidos por al menos un flúor es significativamente mayor que por ejemplo el acoplamiento oxígeno - hidrógeno separados el mismo número de enlaces. Este efecto amplificador del flúor contribuye a acentuar más los cambios observados en los acoplamientos intramoleculares del difluoracetileno producidos por la presencia del agua que a la inversa.
En ambos complejos los cambios en las constantes de acoplamiento del difluoroacetileno se debieron principalmente a los cambios en el término del contacto de fermi y del espín-orbital paramagnético.

## 243. Emisión de electrones y fragmentación del blanco en colisiones entre vapor de agua y proyectiles de carbono con distintos estados de carga

Rossia A N[1],Cariatore D[2],Pérez P[2],Monti J M[3],Rivarola R D[3],Suárez S[1 2]
[1] *Instituto Balseiro - Universidad Nacional de Cuyo*
[2] *Centro Atómico Bariloche - CONICET, Comisión Nacional de Energía Atómica*
[3] *Instituto de Física de Rosario, CONICET-UNR*

La emisión de electrones y fragmentos del blanco producida por la colisión entre átomos y moléculas es de interés para diversos campos de la física. Si el proyectil es un ion de carbono y el blanco es una molécula de agua, tiene especial relevancia debido a sus aplicaciones en hadronterapia. A su vez, existen pocas mediciones para este sistema de colisión y las mismas son para altas energías del proyectil[1,2,3].
En este trabajo, se presenta el resultado de mediciones de la sección eficaz doblemente diferencial de emisión de electrones y de fragmentos del blanco en colisiones entre $C^{q+}$ y moléculas de agua en estado gaseoso para distintos ángulos de emisión entre $0^o$ y $180^o$. Los estados de carga del carbono usados fueron 0, $1+$, $2+$ y $3+$ y la energía del proyectil fue $2$ MeV.
En las mediciones de emisión de electrones, se identificaron las estructuras debidas a distintos procesos de emisión de electrones. Las mediciones fueron comparadas con cálculos realizados mediante los modelos CDW y CDW-EIS. Se comprobó que los cálculos teóricos y las mediciones concuerdan aceptablemente para energías altas y ángulos pequeños. Además, se observó una dependencia del pico binario lento con el estado de carga del proyectil.

Cálculos de la energía de los fragmentos de la molécula de agua emitidos en la colisión con iones $C^{q+}$ mediante simulación Monte Carlo de trayectorias clásicas y Explosión Coulombiana permitieron determinar la energía de los fragmentos $O^{q+}$, $OH^+$ y $H^+$. Las mediciones de fragmentos muestran la distribución de iones $H^+$ y $O^{q+}$ y una dependencia con el estado de carga del proyectil y el ángulo de emisión.

[1] C. Dal Cappello et al, Nucl. Instr. and Meth. B 267 (2009) 781
[2] D. Ohsawa et al, Phys. Scr. T156 (2013)
[3] Lechner et al, Nucl. Instr. and Meth. B 268 (2010) 2343

## 244. Emisión de rayos-X seguida del intercambio de carga entre iones altamente cargados y H(1s) en medios apantallados

Cariatore N D[1],Otranto S[1]
[1] *IFISUR, Universidad Nacional del Sur, CONICET, Departamento de Física, Av. Alem 1253, 8000 Bahía Blanca, Argentina*

## 245. Emisión electrónica en colisiones p + He a bajas energías: caso del mecanismo "saddle point"

Focke P[1],Alessi M[2]
[1] *Centro Atomico Bariloche - Comisión Nacional de Energía Atómica*
[2] *INVAP S.E. Investigaciones Aplicadas Sociedad del Estado*

Se realizaron mediciones de espectros de emisión electrónica inducida por colisión ion átomo con protones de 36 keV incidentes sobre un blanco de He. Se obtuvieron las distribución doblemente diferenciales, en energía y ángulo de emisión, para electrones resultantes de ionización. Esta medición fue realizada a una energía de colisión baja con el objetivo de observar el mecanismo de *saddle point* para la emisión electrónica. Este mecanismo predicho teóricamente en la década del 80 supone que a energías de colisión baja la ionización procede por generación de electrones que se mueven y se concentran localizados en la región de ensilladura del potencial de Coulomb de ambos iones, el blanco ionizado y el proyectil. Al alejarse el proyectil luego de la colisión estos electrones quedan emitidos en una región con velocidades intermedias entre el proyectil y el ion blanco (en reposo este último). En su verificación experimental, usando espectrómetros dispersivos, se obtuvieron resultados discordantes entre grupos experimentales (el nuestro ente uno los principales protagonistas) y también con la predicción teórica, que aun hoy día no esta bien definida. Posteriormente otros grupos experimentales usando la técnica de COLTRIMS, que permite observar con detalle la dinámica de la colisión, informaron sobre la observación de tal mecanismo. Con la presente medición se quiere analizar la presencia del mecanismo *saddle point*, y comparar con mediciones obtenidas por otros laboratorios mediante aplicación de la técnica COLTRIMS. Las mediciones obtenidas mediante la técnica experimental aquí usada tienen la limitación de no permitir una medición confiable de electrones a energías menores a 5 eV. Los presentes datos dan indicios de ser compatibles con mediciones logradas mediante método COLTRIMS.

## 246. Estudio de las correcciones relativistas sobre el apantallamiento magnético nuclear a partir de los formalismos DFT y LRESC

Melo J I[1 2],Maldonado A F[3],Aucar G A[4]

[1] *Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad de Buenos Aires*

[2] *Instituto de Física de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales CONICET- Universidad de Buenos Aires*

[3] *Dpto. de Física - Facultad de ciencias exactas y Naturales y Agrimensura - UNNE & IMIT - CONICET*

[4] *Dpto. de Física - Facultad de ciencias exactas y Naturales y Agrimensura - UNNE & CONICET*

En este trabajo se presentan cálculos de apantallamientos magnéticos nucleares, ?(Sn), en sistemas de la forma SnX4, (X = H, F, Cl, Br ,I), calculados con el formalismo DFT con 5 funcionales diferentes: BhandHLYP, PBE0, B3LYP, BLYP and BP86. También se presentan resultados de apantallamientos en los mismos sistemas moleculares con el formalismo LRESC [1, 2] y cálcuos de 4 componentes. Para los sistemas SnH4 y SnF4 se realizaron cálculos con dos bases diferentes para verificar la convergencia en el resultados final de LRESC. La base aug-cc-pVTZ-Jun1 describe de manera adecuada los efectos relaltivistas a la constante de apantallamiento tanto para átomos livianos como pesados. Dicha base se ha susado en trabajos anteriores principalmente a nivel HF-RPA [3, 4] y en este trabajo se lo utiliza en el modelo LRESC con funcionales DFT. La conevegencia se analiza tanto en el valor final dado por LRESC como sobre cada una de las correcciones relativistas. Dividimos el análisis en dos partes, una de ellas relacionada con las contribuciones al apantallamiento dadas por el modelo LRESC y la otra en término de aquellas correcciones que dependen del core del Sn y del entorno molecular. A partir de los resultados obtenidos analizamos los efectos relativistas sobre los apantallamientos magnéticos del átomo de Sn, como así también la comparación de los resultados obtenidos con las diferentes funcionales DFT. Al mismo tiempo, la aplicación del método LRESC nos permite analizar los diferentes mecanismos electrónicos involucrados en los efectos relativistas y también en aquellos mecanismos que depende de manera directa del átomo de Sn como aquellos que dependen del halógeno pesado sustituyente. Usando DFT, aquellas contribuciones que dependen del entorno molecular se describen de manera adecuda con las funcionales DFT, sin embargo aquellas que dependen del core dependen de la base utilizada y de la funcional elegida debido a que no se describe correctamente la correlación electrónica en regiones cercanas al núcleo del Sn.

[1] J. I. Melo, M. C. Ruiz de Azua, C. G. Giribet, G. A. Aucar and R. H. Romero, J. Chem. Phys., 118, 471 (2003).

[2] J. I. Melo, M. C. Ruiz de Azua, C. G. Giribet, G. A. Aucar andP. F. Provasi, J. Chem. Phys., 121, 6798 (2004).

[3] A. F. Maldonado, G. A. Aucar and J. I. Melo, J. Mol. Model., 20, 2417 (2014).

[4] A. F. Maldonado, J. I. Melo, and G. A. Aucar. Phys. Chem. Chem. Phys., 17, 25516 (2015).

## 247. Estudio de Propiedades Magnéticas en Sistemas de Mediano y Gran Tamaño que poseen Enlaces de Hidrógeno

Martínez F[1 2],Aucar G[1 2]

[1] *Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura - Universidad Nacional del Nordeste*

[2] *Instituto de Modelado e Innovación Tecnológica, CONICET-UN del Noreste*

Los enlaces de hidrógeno, EH, son cruciales para la estabilización de las estructuras biomoleculares, están presentes en la mayoría de las reacciones en que intervienen moléculas biológicas y

juegan un rol importante en la definición de sus propiedades. A su vez los EH, poseen características novedosas e intensamente estudiadas en cuanto a su grado de participación y de relevancia en la transmisión o contribución en propiedades magnéticas. Su importancia para la comunicación remota en nano-interruptores basados en fragmentos de ADN, indica que los efectos cooperativos y de conjugación de carga deberían ser quienes potencian y hagan así posible dicha comunicación. Este tipo de cuestiones pueden ser abordados mediante el cálculo de los parámetros espectroscópicos de la RMN, los cuales dentro del régimen no relativista tienen características particulares. La inclusión de los efectos de la correlación electrónica es de fundamental importancia cuando se pretenden describir los acoplamientos indirectos entre espines nucleares. Sin embargo, su inclusión adecuada mediante métodos ab initio es sólo posible de manera restringida a sistemas moleculares que contienen un número reducido de átomos. Se van a exponer de manera sintética resultados preliminares y metodologías que actualmente están siendo empleadas en nuestro grupo de trabajo, para estudiar estos fenómenos en sistemas moleculares de mediano y gran tamaño.

## 248. Fotoionización de moléculas de agua mediante attopulsos asistidos por láseres en el infrarrojo cercano

Martini L[1],Boll D I R[1],Fojón O A[1]
[1] *Instituto de Física de Rosario, CONICET-UNR*

Debido a que la materia orgánica está compuesta mayoritariamente por agua, la comprensión cabal de las reacciones que involucran dicha molécula son esenciales para el entendimiento de la interacción entre la radiación y el tejido biológico. En este trabajo, estudiamos teóricamente la fotoionización de moléculas de agua mediante attopulsos en el extremo ultravioleta (XUV) asistidos por láseres en el rango del infrarrojo cercano (NIR).

En primer lugar, obtenemos las secciones eficaces monocromáticas en el marco de la aproximación dipolar y en el gauge velocidad. Usamos un modelo simple donde la función de onda del estado final está dada por una función de onda del continuo coulombiano y empleamos diferentes representaciones para los orbitales de la molécula de $H_2O$. Calculamos secciones eficaces múltiple diferenciales para moléculas fijas en el espacio analizando los efectos de las orientaciones. Comparamos nuestras predicciones con resultados teóricos más elaborados y resultados experimentales obtenidos por otros autores [1-4]. Se obtiene un acuerdo razonable con los datos experimentales disponibles especialmente a energías lo suficientemente altas donde hay una ausencia de resultados elaborados debido a su alto costo computacional.

En segundo lugar, consideramos la reacción de fotoionización mediante attopulsos XUV asistidos por láseres NIR. Analizamos las distribuciones angulares para diferentes desfasajes entre el attopulso y el campo láser asistente. Comparamos nuestras predicciones para agua y átomos de Ne ya que pertenecen a la misma serie isoelectrónica. Además, contrastamos nuestros cálculos con resultados experimentales y teóricos previos para átomos de Ar debido a la similitud de los orbitales involucrados en la reacción [5]. Para esto, usamos un modelo en el que la evolución temporal del sistema puede ser dividida en tres etapas y permite la separación espacial y temporal de la función de onda del estado final de Coulomb y Volkov. Los observables son calculados en el marco de una aproximación no relativista y no perturbativa. Es de esperar que estas tareas promuevan un avance sobre el control de la reactividad química de moléculas de agua brindando un avance en la comprensión de la deposición de energía en la irradiación de la materia viviente durante intervalos de duración muy breves.

[1] I Cacelli et al, J. Chem. Phys. 85 (1986) 7038
[2] I Cacelli et al, J. Chem. Phys. 97 (1992) 320

[3] LE Machado et al, J. Chem. Phys. 92 (1990) 2362
[4] M Stener et al, J. Phys. B 33 (2000) 1081
[5] DIR Boll and OA Fojón, arXiv:1512.05846v1 (2015)

## 249. Hyperpolarización con Parahidrógeno en campos inhomogéneos usando espectroscopía-J en RMN: minimizando la acumulación de errores

Buljubasich L[1 2],Prina I[2],Acosta R H[1 2]
[1] *Instituto de Física Enrique Gaviola de Córdoba, CONICET-UNC*
[2] *Facultad de Matemática Astronomía y Física - Universidad Nacional de Córdoba*

En los últimos tiempos, la hyperpolarización con Parahidrógeno se ha vuelto una de las más populares técnicas de hyperpolarización en RMN. Cuando la reacción química que trans?ere los protones del parahidrógeno a la molécula de destino se produce en presencia del mismo campo magnético (generalmente alto) en el cual se adquiere el espectro de RMN, el experimento recibe el nombre de PASADENA [1]. En tales experimentos, una de las características más marcadas del espectro es la presencia de picos en antifase; ésto es, algunos picos del multiplete tienen intensidad positiva mientras que otros poseen intensidad negativa. Debido a la exigua separación etre los picos, del orden de Hz (los valores típicos de la constante son $J \sim 10$ Hz), las inhomogeneidades de campo magnético producen una cancelación parcial de los picos. Dicha cancelación puede ser muy grande y aparece como un obstáculo que limita la aplicación de la técnica.

Por otro lado, en las décadas del 60' y 70' se introdujo lo que dió en llamarse espectroscopía-J, que reemplaza el uso de un único pulso de radiofrecuancia por un tren de pulsos orientados a refocalizar las inhomogeneidades de campo [2-4]. Llamativamente, a finales de los 70' la técnica cayó en desuso, con el advenimiento de nuevas tecnologías aplicadas a los imanes superconductores. Sin embargo, las inhomogeneidades producidas por cualquier tipo de setup que se agregue al experimento no se remueven con imanes inherentemente más homogeneos, y los experimentos del tipo PASADENA siguen siendo limitados en resolución.

Años atrás, en nuestro grupo re-introdujimos la espectroscopía-J con algunas modificaciones para mejorar la performance durante la hiperpolazación con PHIP [5]. Además, demostramos que en éste tipo de experimentos aparece un condimento especial, la separación de diferentes tipos de señales, que vuelve a poner a la antigua técnica en actividad [6], incluyendo la extensión a campos más bajos y por ende más inhomogéneos [7].

En éste trabajo, presentaremos un análisis de errores de ésta secuencia y algunas de sus variantes. En 1990, Guillón et al. [8] describieron la mejor forma de utilizar un tren de pulsos de refocalización para minimizar errores. Su análisis en el dominio temporal, busca prolongar lo más posible el tiempo de relajación transversal. Nuestro análisis, por el contrario, se desarrolla en el dominio de frecuencias, apuntando a minimizar las distorsiones en los espectros-J, y revelan que la mejor forma de obtener información fidedigna es precisamente la que se desecha en el artículo de 1990. De esa forma ambos trabajos son complementarios, según se quiera trabajar en eo dominio temporal o de frecuencias. Los resultados con muestras térmicamente polarizadas e hiperpolarizadas serán presentados junto a una colección de simulaciones numéricas que confirman nuestras conclusiones.

Referencias:

[1] Bowers C.R. and Weitekamp, D.P., Phys. Rev. Lett. **57**, 2645 (1986); Russell, C. and Weitekamp, D. P., J. Amer. Chem. Soc. **109**, 5541-5542 (1987).
[2] Allerhand, A., J. of Chem. Phys. **44** (1966).

[3] Freeman, R. and Hill H. D. W, J. Chem. Phys. **54** (1971).
[4] Vold, R. L. and Vold, R. R., J. Magn. Res. **13**, 38-44 (1974).
[5] Buljubasich, L., Prina, I., Franzoni, M.B., Munnemann, K.,Spiess, H.W. and Acosta, R.H., J. Magn. Reson. **230**, 155 (2013).
[6] Prina, I., Buljubasich, L. and Acosta, R.H., J. Phys. Chem. Lett. **4**, 3924 (2013).
[7] Prina, I., Buljubasich, L. and Acosta, R.H., J. Magn. Reson. **251**, 1-7 (2015).
[8] Gullion, T., Baker, D.B. and Conradi, M.S., J. Magn. Reson. **89** 479-484 (1990).

## 250. Interferencia intraciclo en la ionización atómica por pulsos XUV en presencia de un láser

Gramajo A A[1],Della Picca R[1],Arbó D[2]
[1] *Centro Atomico Bariloche - Comisión Nacional de Energía Atómica*
[2] *Instituto de Astronomía y Física del Espacio, CONICET-UBA*

Estudiamos la ionización de un átomo de hidrógeno por un pulso XUV linealmente polarizado en presencia de un láser intenso IR. Cuando la duración del pulso XUV es más largo que el período del campo láser, da lugar a la formación de bandas laterales (sidebands) en el espectro del fotoelectrón, que consisten en una secuencia de líneas equi-espaciadas con separación igual a la energía del fotón del láser. Describimos este espectro como un problema de interferencia en el dominio temporal. Las trayectorias del electrón provenientes de diferentes ciclos ópticos (interferencia interciclo) del láser dan lugar a dichos picos de energía de bandas laterales, las cuales están moduladas por una estructura más grande proveniente de la interferencia de dos trayectorias del electrón que nacen durante el mismo ciclo óptico del láser (interferencia intraciclo). Hacemos uso de un modelo semiclásico simple que ofrece la posibilidad de establecer una conexión entre los tiempos de emisión y el espectro del fotoelectrón en el dominio de energía. Comparamos este resultado semiclásico con la aproximación de campo fuerte y la solución ab initio de la ecuación de Schrödinger dependiente del tiempo. Analizamos tales estructuras como una función del tiempo de retraso (delay) entre los pulsos XUV e IR y también como función de la intensidad del láser.

## 251. Ionización atómica por láseres de dos colores con control de fase coherente e interferencia cuántica

Arbó D[1],López S[1]
[1] *Instituto de Astronomía y Física del Espacio, CONICET-UBA*

Se presentará un análisis teórico como así también resultados experimentales de ionización atómica por pulsos láser linealmente polarizados de dos colores de frecuencias conmensurables. En este caso, el campo eléctrico dependiente del tiempo está determinado no sólo por la intensidad y frecuencia sino también por la fase relativa entre los dos colores. Mostraré cómo se pueden usar los láseres de dos colores de frecuencia fundamental y su primer armónico para modelar la forma del campo láser y controlar los tiempos de emisión de los paquetes de onda a una escala de los attosegundos. Se producen efectos de interferencias cuánticas que se pueden entender como la superposición coherente de trayectorias electrónicas emitidas dentro de un mismo ciclo óptico del pulso láser (intraciclo) superpuesta a la interferencia proveniente de distintos ciclos ópticos (interciclo) [1-3]. Mostraré cómo las interferencias intra- e interciclo aparecen naturalmente en la ionización por pulsos de dos colores y cómo se usan los láseres de dos colores de frecuencias conmensurables para aislar las interferencias intraciclo en mediciones de espectros de momentos

para He y Ne explotando la insensibilidad de las contribuciones interciclo a la forma del campo láser.

[1] X. Xie et al. Phys. Rev. Lett. 108 193004 (2012).
[2] D. G. Arbó et al. Phys. Rev. A 89 043414 (2014).
[3] D. G. Arbó et al. Phys. Rev. A 92, 023402 (2015).

## 252. Leyes aditivas para la ionización de moléculas por impacto electrónico

Stia C R[1 2],Tachino C A[1 2],Fojón O A[1 2],Rivarola R D[1 2]
[1] *Instituto de Física de Rosario, CONICET-UNR*
[2] *Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura - Universidad Nacional de Rosario*

En este trabajo se estudia teóricamente la ionización simple de moléculas por impacto de electrones rápidos. La dificultad del estudio de estos procesos de colisión radica en la necesidad de una descripción adecuada tanto de la función de onda del estado molecular inicial como también del estado del continuo coulombiano del electrón ionizado en el canal final. En este contexto, resulta necesario recurrir a aproximaciones que permitan estimar los observables de la reacción. En particular, aquí se emplean modelos aditivos en los que las secciones moleculares se obtienen por adición de secciones atómicas correspondientes a los átomos constituyentes.

Se calculan secciones eficaces doble diferenciales (SEDD) como función del ángulo y la energía del electrón emitido. Se emplea el método propuesto por Senger y colaboradores [1], desarrollado en el marco de la aproximación CNDO (Complete Neglect Differential Overlap) [2]. En este tratamiento, los orbitales moleculares (OMs) del blanco se construyen a partir de una combinación lineal de orbitales atómicos. Los pesos de esta combinación lineal se obtienen a partir de un análisis poblacional. Las SEDD para un OM particular resulta entonces la suma de las SEDD atómicas ponderadas por los mismos coeficientes presentes en la descripción de los OMs [1]. Este modelo fue empleado con éxito para describir reacciones de ionización de moléculas para el caso de partículas pesadas como proyectiles [3]. Además, se utiliza la conocida ley de Bragg en la que las secciones para las moléculas se obtienen como suma directa de las secciones de los átomos que conforman el blanco sin tener en cuenta la estructura molecular.

Para el cálculo de las secciones eficaces atómicas se utiliza el modelo de electrones independientes que permite reducir el problema multielectrónico en uno monolectrónico: se supone que uno de los electrones del blanco (electrón activo) se ioniza mientras los restantes (electrones pasivos) permanecen congelados en sus orbitales iniciales. La validez de esta hipótesis se basa en el hecho que no hay una apreciable relajación del blanco durante el tiempo efectivo de la colisión [4].

Se presentan resultados de SEDD de blancos $N_2$, $O_2$, $CH_4$ y $NH_3$ en función de la energía y ángulo del electrón emitido. Se consideran casos de geometría coplanar (electrones emitidos en el plano de la colisión definido por las direcciones de incidencia y de dispersión) y condiciones cinemáticas asimétricas. Se presta particular atención a la influencia de los electrones pasivos a través de diferentes cargas efectivas en la descripción del continuo coulombiano en el canal de salida.

[1] B. Senger et al., Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. B **194** 431 (1982)
[2] J. A. Pople et al., J. Chem. Phys. **43** S129 (1965)
[3] C. A. Tachino et al., J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys. **47** 035203 (2014)
[4] P. D. Fainstein et al., J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys. **21** 287 (1988)

## 253. Nuevos datos espectroscópicos para W XII y W XIII

Raineri M[1],Reyna Almandos J[1],Pagan C[2]

[1] *Centro de Investigaciones Ópticas, CONICET La Plata - CIC-BA*

[2] *Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, Brasil*

Valores de los parámetros atómicos en iones de tungsteno resultan de importancia para los estudios de plasmas de fusión confinados en los Tokamaks. En este trabajo se presentan cálculos Hartree Fock Relativistas (HFR) para longitudes de onda y probabilidades de transición del W XII y W XIII, iones isoelectrónicos del Eu I y Sm I, siendo sus estados fundamentales $4f^{13}5s^25p^{24}F_{7/2}$ y $4f^{14}5s^{21}S_0$ respectivamente. En el cálculo incluimos 8 configuraciones de ambas paridades para el W XII, 11 para el W XIII y fueron considerados efectos de polarización del carozo.

## 254. Optimización de Bases Sturmianas para el Problema de Tres Cuerpos Cuántico utilizando Procesadores Gráficos.

Turco F[1],Biedma L[2],Randazzo J M[3],Colavecchia F D[3]

[1] *Instituto Balseiro - Universidad Nacional de Cuyo - Comisión Nacional de Energía Atómica*

[2] *Facultad de Matemática, Astronomía y Física, Universidad Nacional de Córdoba*

[3] *División Física Atómica, Molecular y Óptica, y CONICET, Av. Bustillo 9500, 8400 S. C. de Bariloche, Río Negro*

El problema de tres cuerpos cuánticos es interesante debido a que aparece en diversos sistemas físicos. Por ejemplo los estados ligados del átomo de helio, los procesos de fotoionización o ionización por la colisión de iones contra blancos atómicos. En cualquier caso existen numerosos métodos para resolver de forma aproximada el problema, la simulación numérica es uno de ellos. Es particularmente interesante debido a la posibilidad de poder resolver el sistema utilizando un potencial de interacción arbitrario sin tener que desarrollar una teoría consistente.

En este trabajo se implementó un código en el lenguaje de programación C, con la finalidad de encontrar bases Sturmianas, soluciones de la ecuacón Schödinger radial para el problema de dos cuerpos. Luego se utilizan estas soluciones para resolver el problema de tres cuerpos planteandoló mediante la aproximación de *Configuración Interacción*. Las bases Sturmianas se obtienen como los autovectores de una ecuación matricial de la forma: $\mathbf{H}\,\mathbf{S} = \lambda\,\mathbf{S}$.

Se utiliza el método de iteración QR[1] para obtener los autovalores, y se encuentran los autovectores asociados utilizando el método de la potencia inversa. En cada iteración se resuelve el sistema de ecuaciones obtenido por distintos algoritmos, todos ellos programados para ser ejecutados en procesadores gráficos utilizando el API desarrollado por NVIDIA (CUDA)[2]. Los algoritmos implementados son la *Redución Paralela Ciclica* y el agoritmo *SPIKE*[3].

Se presenta la convergencia de los algoritmos implementados y los tiempos de ejecución utilizando distintos criterios de convergencia. Por otro lado se comparan los tiempos de ejecución de los algoritmos implementados en CPU y en GPU. Los algoritmos tambien se comparan con una implementación realizada utilizando el estándar MPI[4].

[1]Wang, T. L. Convergence of the tridiagonal QR agorithm. *Linear algebra and its applications*, **322**, 1-17, 2000.

[2]S Cook. *CUDA Programming*. A Developer's Guide to Parallel Computing with GPUs. Newnes, 2013.

[3]Hee-Seok Kim, Shengzhao Wu, Li-wen Chang and Wen-mei W. Hwu. *A Scalable Tridiagonal Solver for GPUs*, 2011.

[4]M. Snir, S. Otto, S. Huss-Lederman, D. Walker and J. Dongarra. *MPI: The Complete Reference*. The MTI Press.

## 255. Pérdida de coherencia del haz de proyectiles en colisiones ion-átomo

Sarkadi L[1],Cordeiro Ballesteros D C[2 3],Fabre I[2 3],Navarrete F O[2 3],Barrachina R O[2 3]

[1] *Institute for Nuclear Research of the Hungarian Academy of Sciences*

[2] *Instituto Balseiro - Universidad Nacional de Cuyo*

[3] *Centro Atomico Bariloche - Comisión Nacional de Energía Atómica*

Se analizan los efectos de coherencia del haz de proyectiles en colisiones ion-átomo, sobre la base de una reciente teoría desarrollada por Karlovets y colaboradores [1] referida a la dispersión de paquetes de onda. Se generaliza esta teoría para estimar la pérdida de coherencia de proyectiles dispersados inelásticamente en colisiones de ionización. Se comparan los resultados obtenidos con datos experimentales para la ionización de átomos y moléculas de hidrógeno por impacto de protones de 75 keV [2], observándose un excelente acuerdo entre teoría y experimento.

[1] D. V. Karlovets, G. L. Kotkin, and V. G. Serbo, Phys. Rev. A **92**, 052703 (2015).

[2] K. N. Egodapitiya, S. Sharma, A. Hasan, A. C. Laforge, D. H. Madison, R. Moshammer, and M. Schulz, Phys. Rev. Lett. **106**, 153202 (2011).

## 256. Resolviendo el problema de tres cuerpos cuántico: paralelismo basado en tareas para la descomposición LU por bloques

Biedma L[1 2],Randazzo J M[3],Colavecchia F[3]

[1] *Facultad de Matemática Astronomía y Física - Universidad Nacional de Córdoba*

[2] *Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas*

[3] *División Física Atómica, Molecular y Óptica, y CONICET, Av. Bustillo 9500, 8400 S. C. de Bariloche, Río Negro*

El problema de tres cuerpos cuántico con interacciones coulombianas puede resolverse numéricamente utilizando funciones Sturmianas Generalizadas[1]. Estas funciones constituyen una base adecuada para expandir la función de onda propuesta como solución al problema. Al utilizar una base, el Hamiltoniano de tres cuerpos es una matriz por bloques de números complejos, donde cada bloque está asociado al momento angular total $L$, y el problema de colisiones se reduce a resolver un sistema lineal $\mathbf{Ax} = \mathbf{b}$. En un caso típico para un problema de ionización por impacto de electrones, el Hamiltoniano puede tener varios cientos de miles de millones de elementos, ocupando decenas de GB de memoria. Es por esto que resulta imprescindible desarrollar nuevos algoritmos para resolver estos sistemas, aprovechando los últimos desarrollos tecnológicos en materia computacional.

La descomposición LU es una estrategia muy conocida en el álgebra lineal numérica y permite resolver el sistema lineal $\mathbf{Ax} = \mathbf{b}$ expresando la matriz $\mathbf{A}$ como un producto de una matriz triangular inferior $\mathbf{L}$ y una triangular superior $\mathbf{U}$. A medida que las matrices se hacen más grandes, la necesidad de paralelizar este proceso también crece, trabajando con matrices en bloque y dividiendo al algoritmo en tareas que deben ser aplicadas en un cierto orden[2].

La computación basada en tareas es una forma de paralelismo en memoria compartida que se concentra en distribuir tareas interdependientes que se desarrollan en hilos a través de diferentes procesadores. Requiere de tres componentes básicas: un conjunto de tareas bien definidas, las

dependencias entre estas tareas y un grafo acíclico dirigido que representa el flujo de trabajo del algoritmo, el cual puede ser recorrido en orden topológico[2].

Para aplicar este paradigma a la descomposición LU de matrices densas de gran tamaño que surgen del estudio del problema de varios cuerpos en mecánica cuántica[3], hacemos uso de QuickSched[4], una librería para programación basada en tareas que toma un enfoque diferente al de schedulers más conocidos: requiere que el programador cree el grafo de tareas completo y las dependencias explícitamente antes de la ejecución. Esto permite que el ordenador de tareas haga un mejor uso de los recursos disponibles y será útil cuando las matrices sean más grandes que la cantidad de memoria disponible en el sistema.

En este trabajo presentamos un método automático para crear el grafo de tareas, que funciona para una cantidad arbitraria de bloques en la matriz A. Mostraremos el resultado de varias pruebas para estudiar la performance de la versión en QuickSched del algoritmo de descomposición LU para diferentes tamaños de matrices y configuraciones de bloques. Los cálculos numéricos sobre cada bloque son desarrollados con rutinas de LAPACK[5] en CPU y con la librería MAGMA[6] para GPU.

Referencias: [1]

[2] R.A. Van De Geijn, E.S. Quintana Ortí, The science of programming matrix computations, 2008.

[3] M. J. Ambrosio, F. D. Colavecchia, G. Gasaneo, D. M. Mitnik, L. U. Ancarani , Journal of Physics B: Atomic, Molecular and Optical Physics 48 055204, 2015.

[4] P. Gonnet, A.B.G Chalk, M. Schaller, QuickSched: Taskbased parallelism with dependencies and conflicts, arXiv:1601.05384, 2016.

[5] E. Anderson et al, LAPACK Users' Guide, SIAM, Philadelphia, 1992.

[6] Matrix Algebra on GPU and Multicore Architectures (http://icl.cs.utk.edu/magma/).

## 257. Retardos temporales en ionización por pulsos láser ($\omega$,$2\omega$)

López S D[1],Arbó D G[1]

[1] *Instituto de Astronomía y Física del Espacio, CONICET-UBA*

A lo largo de los últimos años se han realizado diversos experimentos de streaking e interferometría RABBIT, que permitieron estudiar la fotoemisión electrónica en el dominio temporal con precisiones de atosegundos. Estos avances experimentales han impulsado grandes esfuerzos teóricos para su comprensión desde el punto de vista de los formalismos dependientes del tiempo [1]. Recientemente, un experimento sobre ionización por pulsos láser de dos colores ($\omega, 2\omega$) fue planteado como un esquema "bombeo-sondeo"para caracterizar los retardos temporales en la emisión de electrones en el régimen multifotónico [2]. En este experimento se utilizan frecuencias en el espectro visible de la componente que expulsa los electrones (bomba, $2\omega$) y se establece un paralelo con lo hallado mediante streaking y RABBIT.

En este trabajo presentamos un análisis teórico de los retardos temporales en ionización de Ar por un láser de dos colores para los valores típicos correspondientes a los dos primeros armónicos de los láseres de titanio-zafiro (800 nm). Para atacar este problema realizamos simulaciones mediante la resolución numérica de la Ecuación de Schrödinger dependiente del tiempo (TDSE), la aproximación de campo fuerte y la aproximación de Coulomb-Volkov. Encontramos que los retardos temporales dependen fuertemente de la definición que se utiliza para extraerlos de las distribuciones de momento electrónico, y que existe una gran discrepancia entre los valores obtenidos entre la (TDSE) y la aproximación de campo fuerte. Como consecuencia, podemos

observar que la suposición de aditividad en los retardos temporales utilizada en el caso de streaking y RABBIT [3] tiene que ser revisada para esta configuración de frecuencias $(\omega, 2\omega)$ en el que la interferencia entre los diferentes caminos cuánticos que dan lugar a la ionización no es despreciable.

[1] R. Pazourek, S. Nagele, and J. Burgdörfer, Rev. of Mod. Phys., 87, 765, (2015).

[2] L. J. Zipp, A. Natan, and P. H. Bucksbaum, Optica 1, 361-364 (2014).

[3] J. Feist, O. Zatsarinny, S. Nagele, R. Pazourek, J. Burgdörfer, X. Guan, K. Bartschat and B. I. Schneider, Phys. Rev. A, 89, 033417, (2014).

## 258. Secciones eficaces diferenciales dobles y simples para la ionización de moléculas de agua líquida

de Sanctis M L[1],Politis M[2],Viulleumier R[3],Stia C[4],Fojón O[1]

[1] *Instituto de Física de Rosario, CONICET-UNR*

[2] *Laboratoire Analyse et Modélisation pour la Biologie et l'Environnement, CNRS UMR 8587, Université d'Evry Val d'Essonne, Bv. Mitterand, 91025 Evry, France*

[3] *Ecole Normale Supérieure, Dépt. de Chimie, UMR 8640 CNRS-ENS-UPMC, rue Lhomond 24, 75005 Paris, France*

[4] *Instituto de Física Rosario, UNR-CONICET*

La ionización de móleculas de agua es una reacción importante en muchos campos como la física de plasma, astrofísica, o como también en el estudio de las colisiones ionizantes sobre la materia viva (compuesta principalmente por agua en estado líquido). Mas aún, los electrones secundarios que se producen durante la ionización son importantes para el analisis del efecto de las radiaciones sobre la materia biológica, ya que están involucrados en el mecanismo que produce alteraciones a nivel célular [1]. Este efecto depende de las distribuciones angulares y energéticas de estos electrones secundarios, por lo que es necesaria una descripción detallada de las mismas. Sin embargo, describir el proceso de ionización de moleculas de agua líquida es una tarea dificil por lo que se requieren de varias aproximaciones.

En este trabajo desarrollamos un modelo perturbativo en el marco de la primera aproximación de Born para describir la ionización de moléculas de agua es estado líquido por impacto de electrones velóces. Nuestro modelo (ver trabajos previos para mas información [2]) utiliza una aproximación de electrones independientes despreciando la relajación del blanco molecular. En efecto, consideramos una geometría coplanar y condiciones cinemáticas asimétricas para las cuales en el canal final se tienen un electrón (primario) dispersado rápido y un electrón eyectado (secundario) lento. Los orbitales del agua en la fase líquida se representan de manera realista a través de un formalismo de Wannier [3]. El electrón incidente y el dispersado se describen mediante una onda plana mientras que el electrón eyectado se describe por una onda coulombiana.

Calculamos secciones eficaces diferenciales dobles y simples y comparamos con los datos disponibles tanto experimentales [4,5] como teoricos [6,7].

[1] Boudaiffa B et al 2000 Science 287 1658

[2] de Sanctis M L et al 2012 J. Phys. B 45 045206

[3] Hunt P et al 2003 Chem. Phys. Lett. 376 68

[4] Champion C et al 2002 J. Chem. Phys. 117 197

[5] Houamer S et al 2007 J. E. S. and R. P. 161 38

[6] Bolorizadeh MA et al 1985 Phys. Rev. A 33 882

[7] Opal C et al 1972 Atomic Data 4 209

## 259. Sistema Cloroformo + 1-Propanol

Gomez Marigliano A C[1 2],García Fernandez T[1],Medina Naessens R N[1]
[1] *Dpto. Física, Fac. Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán*
[2] *CONICET*

Se estudio el sistema cloroformo + 1-propanol desde un punto de vista macroscópico, midiéndose la viscosidad, el índice de refracción y la densidad de los componentes puros a distintas temperaturas y la densidad y viscosidad de sus mezclas binarias en todo el rango de composición a 298.15 K. Con los datos experimentales se obtuvieron las correlaciones de la viscosidad, índice de refracción y densidad con la temperatura, para los componentes puros, y la correlación de la densidad y viscosidad con la concentración de la mezcla, cloroformo + 1-propanol manteniendo constante la temperatura en 298,15 K. Las funciones obtenidas para ambas propiedades respecto a la variación de concentración responden a un comportamiento polinomial. Se calculó el volumen molar de excceso y la desviación de la viscosidad con respecto a la idealidad, obteniéndose que el volumen de exceso es positivo en todo el rango de composiciones con un máximo para la fracción molar de 1-propanol X1 próximo a 0,3, mientras que la desviación de la viscosidad es negativa en todo el rango de composición con un mínimo X1 próximo a 0,5. Este comportamiento corresponde a sistemas en los cuales hay interacciones específicas que conducen a la rotura de n-meros de auto-asociación y acomodamiento intersticial del cloroformo en la estructura compleja de los n-meros del alcanol. Por otro lado se realizó el modelado molecular y espectros IR y Raman tanto de los componentes puros como de las mezclas con el objeto de corroborar las conclusiones obtenidas a partir del análisis de las funciones de exceso y desviaciones de la idealidad. Los resultados corroboran el comportamiento previsto.

## 260. Sistema ternario [cloroform (1) + Di-isopropileter(2) + Metanol (3)] a 298.15 K. Evaluación de la ecuación de Radojkovi y de las Correlaciones de Redlich Kistler y Nagata Tamura.

Gomez Marigliano A C[1 2],Medina Naessens R N[1 2],Clará R[1]
[1] *Dpto. Física, Fac. Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán*
[2] *CONICET*

La densidad y la viscosidad del sistema ternario [cloroform (1) + di-isopropilelter (DIPE) (2) + metanol (3)] fueron medidos a 298.15 K y a 960 hPa de presión y se calcularon el volumen molar de exceso VE y la desviación de la viscosidad. El volumen molar de exceso VE es siempre negativo, exhibiendo un mínimo muy pronunciado próximo al punto (0,1; 0,7; 0,2) del diagrama ternario, que puede interpretarse como hetero-asociación y/o acomodamiento intersticial del metanol en la estructura más compleja del n-mero. La desviación de la viscosidad es positiva, con un máximo próximo al punto (0,3; 0,1; 0,6) del diagrama ternario, que corrobora la propuesta de hetero-asociación, y que mostraría que la presencia de DIPE favorecería la heteroasociación entre metanol y cloroformo. Se utilizó la ecuación de Radojkovi para predecir valores de volumen molar de exceso VE y desviación de la viscosidad, obteniéndose valores concordantes dentro del error experimental, por lo que para sistemas ternarios con dos compuestos no asociados al estado puro y un tercer auto-asociado un modelo de contribución de grupos permite obtener resultados razonables dentro del error experimental. Los valores calculados con las ecuaciones de correlación de Redlich-Kister y de Nagata-Tamura para sistemas ternarios mostraron resultados similares a los obtenidos con la ecuación de Radojkovi.

# FÍSICA DE LA TIERRA, EL AGUA Y LA ATMÓSFERA

MIÉRCOLES 05 17:00 - 18:00 hs y JUEVES 06 14:30 - 18:00 hs. Block 1 y Block 2

## 261. Análisis de la capacidad higroscópica de alúmino-silicatos naturales mediante la técnica Laser Speckle Dinámico (DLS)

Mojica Sepulveda R D[1 2],Muñoz M[3],Mendoza Herrera L J[4],Cabello C[3],Soria B[2],Grumel E[5 6],Trivi M[5 6]

[1] *CEQUINOR (CCT-La Plata), Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Plata, CC 962, 1900, La Plata, Argentina*

[2] *Centro de Química Inorgánica, CONICET-UNLP*

[3] *Centro de Investigación y Desarrollo en Ciencias Aplicadas, CONICET-UNLP*

[4] *Centro Investigaciones Ópticas (CIOp), CONICET - CIC*

[5] *Centro de Investigaciones Ópticas, CONICET La Plata - CIC-BA*

[6] *UID Optimo, Dpto. Ciencias Básicas, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata*

Se conoce como ?speckle? al patrón de interferencia óptica generado por una superficie rugosa al ser iluminada por un laser.

El objetivo de este trabajo es utilizar la técnica de Speckle Dinámico (DLS) para caracterizar el proceso de hidro-adsorción de alúmino-silicatos naturales de diversa complejidad estructural, composición y propiedades texturales. Se ha implementado la aplicación de la técnica al análisis de dos tipos de minerales: zeolita tipo ?clinoptilolita?, de estructura tridimensional y caolinita de estructura laminar. Ambos materiales además han sido tratados térmicamente y modificados químicamente a fin de producir formas ácidas, básicas y de diferentes propiedades texturales. De esta manera, se logra el reemplazo isomórfico de Al por Si y una variación de la proporción de cationes grandes como Na o K (unidos a la red) lo que afecta el comportamiento de la superficie y por lo tanto la capacidad de los grupos ligantes de la superficie para interactuar con las moléculas de agua.

Los resultados experimentales han mostrado buena correlación entre la evolución temporal de los patrones de speckle durante el proceso de adsorción de agua y las propiedades físico-químicas de la superficie de los materiales y sus derivados, establecidas por otras técnicas. Los mismos permiten considerar a DLS como una técnica de bajo costo, no destructiva y simple para estudiar diferentes materiales adsorbentes de interés como soportes de catalizadores y otras aplicaciones.

## 262. Análisis de perfiles de nitrógeno y ozono en la anomalía magnética del Atlántico Sur durante dos tormentas geomagnéticas

Zossi M[1 2],Zotto E[3 2],Fernández de Campra P[4]

[1] *Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas*

[2] *Laboratorio de Física de la Atmósfera, Dpto. de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán, Tucumán, Argentina*

[3] *Departamento de Formación Básica, Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas, Universidad Nacional de Catamarca, Catamarca, Argentina*

[4] *Departamento de Ciencias de la Computación, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán, Tucumán, Argentina*

Grandes tormentas geomagnéticas están casi siempre ligadas a eyecciones de masa coronal (Coronal Mass Ejection, CMEs) y a ondas de choque asociadas, generando actividad geomagnética alta por uno o dos días. Los eventos protónicos solares (Solar Proton Events, SPEs) son una consecuencia de las CMEs durante las cuales se emiten, muchas veces hacia la Tierra, una gran cantidad de protones e iones pesados. Los protones solares entran en la magnetosfera de la Tierra y precipitan en la atmosfera terrestre, en un alto porcentaje, dentro de los casquetes polares guiados por el campo geomagnético. La anomalía magnética del Atlántico Sur (South Atlantic Magnetic Anomaly, SAMA, en inglés), es una zona del Atlántico Sur donde la intensidad del campo magnético es baja y donde el cinturón de radiación interior de la Tierra tiene su máxima aproximación a la superficie del planeta. Hay evidencia que en la zona del SAMA ingresan a la atmósfera un gran número de partículas con altas energías. En este trabajo, con el propósito de estudiar los efectos sobre la atmosfera media en la región del SAMA luego de la ocurrencia de dos tormentas geomagnéticas intensas, se realiza el análisis de los perfiles de NOX (NO2 + NO) obtenidos por UARS-HALOE. Los resultados indican que cuando tiene lugar un SPE en primavera del hemisferio sur, el acoplamiento químico entre los óxidos de nitrógeno no es débil en la baja estratosfera en la región de la anomalía del Atlántico Sur, con un comportamiento similar al de las regiones polares nocturnas. La producción estratosférica de NOX no es despreciable en esta región, y podría deberse al nitrógeno atómico formado por ionización disociativa del nitrógeno molecular por partículas solares y transportadas hacia la estratósfera, desde la alta atmosfera, donde reacciona rápidamente con el oxígeno molecular para formar óxido nítrico, e influir en el contenido de ozono de la región del SAMA.

## 263. Concentración de polvo atmosférico según distintos captores ubicados en Trelew, Argentina. Periodo 06/2013 - 06/2016

Kupczewski M[1 2],Calfin N[2],Rosales A[1],Gaiero D[3]

[1] *Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco*

[2] *Facultad de Ciencias Naturales - Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco*

[3] *Centro de Investigaciones en Ciencias de la Tierra (CICTERRA, CONICET). Córdoba, Argentina.*

Se presentan resultados del trabajo realizado en el marco del PICT 2012 N° 0525 periodo 03/06/2013 - 22/06/2016. Se detallan las concentraciones de polvo atmosférico detectadas en una estación de monitoreo ubicada en la ciudad de Trelew (43°15' S, 65°18' W y a 14 m snm). Se utilizan tres trampas eólicas de muestreo analizadas cada 15 días desde 2009. Dos son sistemas pasivos de recolección horizontal BSNE (Buffalo Springs Number Eight) y MWCA (Modified Wilson and Cooke) que muestrean las 24 horas del día y un tercer captor es activo de alto volumen (CA) que muestrea 8 horas por día. Los datos meteorológicos fueron tomados in situ

(Davis Vantage Pro Weather Station). Durante este tiempo la concentración promedio fue mayor en el CA, le sigue el BSNE y por último el MWCA. Datos previos (periodo 2009-2013) fueron presentados por estos autores en las Segundas Jornadas de Ciencias Naturales (Esquel 2011) y el Tercer Taller Argentino de Ciencias Ambientales (Córdoba 2014).

## 264. Crecimiento de grano en hielo polar con partículas móviles usando el método Montecarlo en 3D

Achával P I[1],Seiler N[1],Di Prinzio C L[1 2]

[1] *Facultad de Matemática Astronomía y Física - Universidad Nacional de Córdoba*

[2] *Instituto de Física Enrique Gaviola de Córdoba, CONICET-UNC*

En este trabajo se presenta un modelo de simulación de crecimiento de grano con partículas móviles en tres dimensiones usando el método Monte Carlo aplicado a hielo polar. Se estudió el efecto de la concentración y el tamaño de las partículas sobre el tamaño de grano. En general, se pudo observar la migración de las partículas hacia los bordes de grano y el frenado que las mismas producen sobre el movimiento de los límites de grano. También se observó a tiempos largos un efecto de liberación de los bordes de grano respecto a las partículas. Finalmente, se presenta un estudio de la in?uencia del tamaño y concentración de las partículas sobre el crecimiento de grano de hielo polar.

## 265. Cubierta nubosa en El Colmenar, Tucumán. Comparación de datos de una red meteorológica con valores teóricos.

Medina F[1],Molina M L[1]

[1] *Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología - Universidad Nacional de Tucumán*

Las nubes tienen un rol fundamental en el balance energético de la atmósfera de la Tierra y son un elemento esencial en la circulación atmosférica de gran escala y en la distribución regional, frecuencia e intensidad de la precipitación. Caracterizarlas es fundamental también para el diseño de sistemas de conversión de energía solar. En este trabajo se estiman valores diarios de cubierta nubosa a partir de un modelo que calcula irradiancia solar y datos obtenidos en El Colmenar, Tucumán. El modelo se basa en fórmulas teóricas y empíricas, y se desarrollo para condiciones de cielo sin nubes, lo que permite conocer la irradiancia solar sobre una superficie horizontal. Se tiene en cuenta datos de latitud, longitud, altura sobre el nivel del mar, días del año y factor de turbidez. Los valores diarios de cubierta nubosa obtenidos a partir de valores de irradiancia solar se comparan con los correspondientes datos de cubierta nubosa obtenidos del Earth System Research Laboratory, ESRL, de la NOAA.

## 266. Detección de contaminantes de pozos petroleros en acuíferos profundos utilizando el método geoeléctrico.

Grünhut V[1 2],Bongiovanni M V[1 2],Osella A[2]

[1] *Departamento de Ciencias Básicas, Facultad de Ingeniería - Universidad Austral*

[2] *Grupo de Geofísica Aplicada y Ambiental, IFIBA, FCEyN CONICET-UBA*

La explotación de un reservorio de hidrocarburo, ya sea convencional o no convencional puede llegar a provocar severos daños ambientales. En particular, algún acuífero que se encuentre por arriba de éstos se podría llegar a contaminar por algún derrame de petróleo u otro agente contaminante como los químicos que se utilizan en el proceso de fracturación hidráulica. La tomografía

eléctrica (ERT, por sus siglas en inglés) es un método geofísico que ilustra la distribución de resistividad eléctrica del subsuelo a partir de un gran número de mediciones realizadas por electrodos ubicados sobre el terreno. Esta técnica se aplica a una amplia gama de problemas ambientales y de ingeniería. Estos electrodos también pueden instalarse en pozos, con lo cual las aplicaciones de ERT no están limitadas a las investigaciones cerca de la superficie y, por lo tanto, esta técnica puede resultar apropiada, por ejemplo, para detectar y monitorear posibles contaminantes de reservorios de petróleo en acuíferos profundos. En este contexto, el objetivo de este trabajo es ver si es posible identificar la contaminación de gran parte del acuífero con mediciones en superficie y en pozo, realizando simulaciones numéricas 3D. Supusimos distintos modelos de contaminación con espesores de 50 m, 30 m y 10 m, en acuíferos profundos a 250m, aproximadamente. Para poder lograr esto, hemos diseñado un modelo eléctrico del reservorio incluyendo el acuífero contaminado y numéricamente simulado el problema geoeléctrico directo e inverso. Los modelos de profundidad y resistividad de cada capa fueron armados en base a registros eléctricos y datos geológicos.

## 267. Emisiones Naturales Oceánicas en el Modelo WRF-Chem

Schiavone F[1],Fernandez R[1 2 3],Santos R[1],Cremades P[1 2],Hofer A[1],Puliafito E[3]

[1] *Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Cuyo*

[2] *CONICET*

[3] *Facultad Regional Mendoza, Universidad Tecnológica Nacional*

En los últimos años se han desarrollado complejos modelos atmosféricos regionales (ej. WRF-Chem) y globales (ej. CAM-Chem) que incluyen la interacción entre la química y la meteorología con distintos grados de complejidad. Estos modelos representan la atmósfera y la superficie terrestre en diferentes escalas espaciales y temporales, incluyendo de forma parametrizada una gran variedad de procesos físicos y químicos que ocurren en la atmósfera, biosfera terrestre y océanos. El correcto funcionamiento de estos modelos es altamente dependiente de la calidad y resolución espacio-temporal de las condiciones iniciales y de contorno que se utilicen. Se presenta el desarrollo de una nueva herramienta de redimensionamiento espacial y temporal de fuentes naturales y antropogénicas, con la finalidad de adaptar los inventarios de emisión globales a los requerimientos técnicos de los modelos de transporte químicos regionales. Como punto de partida se muestran resultados preliminares con el redimensionamiento de las emisiones oceánicas de CHBr3 desde el modelo global CAM-Chem a una grilla espacio-temporal del modelo WRF-Chem centrada en Sudamérica. El redimensionamiento se realizó acoplando la rutina anthro-emiss de forma tal de reestructurar las emisiones del inventario global con grillas equiespaciadas (1.9° x 2.5°) a un dominio regional con proyección Lambert-Conformal (30 km x 30 km, grilla variable de latitud-longitud). En una primera etapa se trabajó en obtener una correcta representación tridimensional del dominio centrado en Sudamérica utilizando diferentes tipos de proyecciones espacio-temporales de los dominios regionales. Para ello se utilizó el paquete de procesamiento NCL (NCAR Command Language). Se adaptaron los inventarios locales y regionales existentes para Sudamérica a los formatos estándares de los inventarios globales, mejorando la resolución espacial y la evolución temporal de las fuentes de emisión.

## 268. Energía Superficial Relativa del Borde de Grano en Hielo Puro

Stoler Flores D[1],Druetta E[1],Di Prinzio C[2 1]
[1] *Facultad de Matemática Astronomía y Física - Universidad Nacional de Córdoba*
[2] *CONICET*

En este trabajo se midió la energía relativa del borde de grano (BG) ($\gamma_{bg}$ energía del BG y la $\gamma_s$ energía de la superficie libre), en muestras bicristalinas de hielo puro con desorientación cristalina $< 0001 > /47°$ $\gamma_{bg}/\gamma_s$ y diferentes inclinaciones del BG. Los ángulos que forma la superficie libre de muestra con el BG fueron medidos con un microscopio confocal 3D a partir de una réplica plástica obtenida de la superficie de la muestra. También se presentan datos del efecto de la temperatura (-5 °C y -18 °C) sobre $\gamma_{bg}/\gamma_s$ en esta muestra. Los valores de $\gamma_{bg}/\gamma_s$ para la muestra medida son comparados con los valores obtenidos de muestras bicristalinas rotadas alrededor del eje prismático $b(< 1010 >)$ a las mismas temperaturas. Los datos encontrados de $\gamma_{bg}/\gamma_s$ son relacionados con el modelo de CSL para hielo Ih.

## 269. Estudio de los efectos de la actividad solar sobre los valores medios de precipitaciones mensuales medidos a partir de distintas estaciones ubicadas en América.

Larocca P A[1 2],Fiore M[1 2 3]
[1] *Facultad de Ingeniería - Universidad de Buenos Aires*
[2] *Instituto de Geodesia y Geofísica Aplicadas*
[3] *Servicio de Hidrología Naval, Buenos Aires Argentina*

Científicos de diferentes campos como la astronomía, la física del espacio, la meteorología, y la hidrología han hecho numerosos estudios y obtenido resultados de una correlación entre la actividad solar, los desastres climáticos, el clima y la vida sobre la Tierra. Muchas formas de actividad solar, como las erupciones solares, llamaradas y el viento solar, pueden causar aumento de radiación y movimiento de plasma. Todo esto puede afectar directa o indirectamente a los cambios climáticos globales. Se conoce desde hace tiempo que existe una relación estadística entre la actividad solar tal como se expresa, por ejemplo, por la irradiancia total, y la precipitación media total sobre la superficie de la Tierra. En este trabajo se ha realizado un análisis de correlación lineal para examinar la posible relación entre la actividad solar y las precipitaciones medias mensuales medidas en distintas estaciones en diferentes regiones de América. Los resultados indican que la precipitación se vincula con el número de manchas solares y que probablemente la actividad solar juega un rol importante influenciando las variaciones de precipitación sobre la Tierra. Palabras claves: manchas solares, precipitación media anual, irradiancia.

## 270. Estudio de los Indicadores de la calidad de agua de riego en el Valle de Fiambala, Catamarca

Ortiz E d V[1 2],Barbieri N R[2],Savio M E[2],Niz A E[2],Duchowicz P R[3]

[1] *Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas*

[2] *Instituto de Monitoreo y Control de la Degradación Geoambiental - IMCoDeG - Fac. de Tecnología y Cs. Aplicadas - UNCa*

[3] *Instituto de Investigaciones Fisicoquímicas Teóricas y Aplicadas, CONICET y Universidad Nacional de La Plata*

El estudio de los indicadores de la calidad de agua de riego es fundamental en zonas con actividad agrícola, y con características especiales, como el Valle de Fiambalá que se destaca por ser una zona mayormente árida, ya que permite conocer las características químicas del agua, dependiendo del carácter y la disponibilidad del aporte de los afluentes. El Valle de Fiambalá, se sitúa al norte del Departamento Tinogasta de la provincia de Catamarca, integra un extenso territorio árido en el piedemonte del macizo andino. Los factores condicionantes para la sustentabilidad socio-económica de la región se vinculan predominantemente a los recursos de agua que condicionan el tipo de suelo, el clima y la biodiversidad del entorno natural, como así mismo el abastecimiento de varias comunidades que se asientan en el mencionado piedemonte. En el bolsón de Fiambalá el afluente principal es el Río Chaschuil, alimentado por los ríos Cazadero Grande, Las Lozas y San Francisco; por el centro de la cuenca, desde el norte drena el rio Fiambalá, que en la localidad homónima se une con el río Chaschuil para originar así el río Abaucán; el Rio Abaucán tiene una longitud aproximada de 270 km., cubre un área de aproximadamente 7.535 km2, discurre por el Dpto. Tinogasta y se infiltra en los Llanos de la Provincia de La Rioja. La región refleja el impacto de siglos de ocupación antrópica irrestricta e incontrolada, que favorecieron, y contribuyen en la actualidad, los procesos eólicos generadores de amplios campos de deflación por un lado, y campos de dunas por el otro, con la consecuente esquelitización y soterramiento de suelos medianamente fértiles respectivamente. Por lo mencionado, entender y definir las características físicoquímicas de los acuíferos, su aptitud para consumo humano o para riego y determinar, mediante el análisis de las características físico químicas del agua, las probables fuentes de alimentación de los acuíferos, constituyen un conocimiento estratégico para el desarrollo de la región. El estudio de la calidad del agua es importante, particularmente en esta región, puesto que con ella se pueden determinar los componentes químicos disueltos en el agua y los efectos que estos tienen cuando son usados para consumo humano y/o agrícola. Para evaluar la calidad de agua de riego, se seleccionó la zona de estudio a lo largo del río Chaschuil, principal afluente del Abaucán. Se realizó un muestreo de 10 puntos representativo a lo largo de la cuenca y se analizó la conductividad eléctrica, cantidad de sales totales disueltas; niveles de calcio, magnesio, sodio, potasio, pH, carbonatos, bicarbonatos, cloruro, dureza y Razón de Sodio Adsorbido (RAS). De acuerdo los resultados del análisis se concluye que en general, Se trata de aguas aceptables para el riego con moderada restricción de uso teniendo en cuenta la concentración de carbonatos/bicarbonatos encontrada.

## 271. Estudio de noches consideradas "claras" en el Observatorio Pierre Auger

Della Ceca L[1],Freire M M[1 2],Micheletti M I[1 3],Piacentini R D[1 2]
[1] *Instituto de Física Rosario, UNR-CONICET*
[2] *Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura - Universidad Nacional de Rosario*
[3] *Facultad de Ciencias Bioquímicas y Farmacéuticas - Universidad Nacional de Rosario*

El Observatorio Pierre Auger de rayos cósmicos (www.auger.org) está ubicado en Malargüe, Provincia de Mendoza. Consiste en un arreglo de detectores de superficie y de fluorescencia, en una superficie de 3000 km$^2$, destinado a la detección de rayos cósmicos de muy altas energías (E$>$10$^{18}$eV). Dado que el observatorio se encuentra en la superficie de la tierra, dichas partículas no pueden ser observadas directamente, sino que los parámetros que las caracterizan (energía, composición química, dirección de arribo) se deben reconstruir mediante la observación de los productos secundarios (partículas y fotones) generados por la interacción de la partícula con la atmósfera terrestre, dando lugar a las lluvias o chubascos de rayos cósmicos. Las partículas cargadas de estas lluvias interaccionan con el nitrógeno atmosférico, generando luz ultravioleta de fluorescencia, captada por los detectores de fluorescencia. Durante el pasaje de esta luz desde las lluvias hasta dichos detectores, la misma sufre atenuación por parte de los distintos componentes atmosféricos, siendo los aerosoles altamente variables en espacio y tiempo. En el centro del observatorio, se encuentra el Central Laser Facility (CLF), cuyas mediciones permiten obtener el espesor óptico de aerosoles vertical (VAOD). Para el procesamiento de dichos datos, es importante contar con noches "claras" o "*Rayleigh*", que se puedan suponer sin aerosoles (o con valores despreciables). En el presente trabajo se comparan los datos de noches claras del CLF con datos de concentración de aerosoles a nivel superficial para esas mismas noches, registrados con el espectrómetro de aerosoles Grimm 1.109, a la vez que con datos satelitales de VAOD para la región del observatorio. La identificación de noches claras es de fundamental importancia para el proceso de reconstrucción de lluvias de rayos cósmicos usando datos de VAOD del CLF.

## 272. Estudio por sísmica de reflexión de la región de la Laguna de Llancanelo, Pcia. de Mendoza

Onnis L[1],Osella A[1],de la Vega M[1],Tassone A[2 3],Violante R[4],López E[1]
[1] *Grupo de Geofísica Aplicada y Ambiental, IFIBA, FCEyN CONICET-UBA*
[2] *Instituto de Geociencias Básicas, Aplicadas y Ambientales de Buenos Aires*
[3] *Departamento de Ciencias Geológicas, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad de Buenos Aires*
[4] *División Geología y Geofísica Marina, Servicio de Hidrografía Naval, Buenos Aires, Argentina*

La Laguna de Llancanelo, ubicada en el sur de la provincia de Mendoza, es un humedal de alta sensibilidad ambiental, y un sitio protegido por el Convenio de Ramsar desde 1995. Se aloja en una depresión tectónica extendida longitudinalmente al este de la cordillera de los Andes, y durante el período Cuaternario su tamaño se redujo en respuesta a cambios climáticos, morfológicos y volcánicos, desde 5000 km$^2$ hasta los 370 km$^2$ actuales.

El interés científico en la Laguna radica en que se trata del principal depocentro sedimentario de la región, y como tal contiene en su secuencia estratigráfica el registro de su evolución, íntimamente ligada al campo volcánico de Payenia y a procesos volcánicos de la cordillera Andina.

En el año 2006 se comenzó un estudio multidisciplinario de carácter geológico-geofísico-ambiental en el ámbito de la Laguna. Se emplearon métodos geoeléctricos, de inducción elec-

tromagnética, e información geológica de superficie y subsuelo somero y se logró caracterizar secuencias estratigráficas de hasta 100 m de profundidad [1-3]. Para obtener información a mayor profundidad y alcanzar resultados más detallados sobre la estructura de las unidades del subsuelo y sus posibles relaciones laterales, posteriormente se realizaron campañas de adquisición de datos magnéticos, y de datos sísmicos de reflexión multicanal. Esta presentación se enfoca en estos últimos.

Se realizaron en total 13 perfiles sísmicos de aproximadamente 1 km de longitud cada uno. De estos, 9 corresponden al norte de la Laguna, formando tres transectas E-O con una separación de 2 km entre la occidental y la central, y 4 km entre esta y la oriental. Los 4 perfiles restantes se ubican en la margen oeste de la Laguna, sobre una transecta E-O de 4 km ubicada al sur del volcán Trapal.

El tendido de detectores en cada perfil consistió en 96 geófonos Geospace GS-DX20 fijos con espaciamiento de 10 m. Se consideraron 3 tipos de energización distintas: manual con maza de 10 Kg sobre placa de acero, un fusil sísmico Ambrogeo, y un martillo sísmico GISCO modelo ESS 100. El apilamiento vertical de las señales varió entre 1 y 4, y el espaciamiento de las posiciones de la fuente fue de 10 o 20 m. Estos parámetros fueron distintos entre perfiles pero constantes dentro de un mismo perfil. En todos los casos la adquisición se realizó con un equipo Geode 96 de Geometrics y el software Seismodule Controller V9.1.

Se realizó el procesamiento utilizando el paquete de programas de código abierto Seismic Unix. Los registros se caracterizan por una baja relación señal-ruido general. Las señales de interés presentan una gran absorción, y a offsets cercanos se ven dominadas por ondas de Rayleigh de gran amplitud y baja velocidad ($<$300m/s). Estas presentan además un espectro de frecuencias que se superpone con el de las señales de interés, y tienen un fuerte aliasing en su espectro $f-k$, por lo que no es posible removerlas por métodos espectrales convencionales. En nuestro esquema de procesamiento, fueron removidas por supresión directa. Se aplicó además una ganancia AGC, un filtro pasabanda, y se obtuvo un modelo de velocidad 1D para cada perfil por el método de apilamientos de velocidad constante. El modelo de velocidad final surge de un esquema de interpolación lateral que incluye todos los perfiles de una misma transecta.

Presentaremos las secciones apiladas finales y su interpretación geológica.

[1] Osella, A., de la Vega, M., Violante, R.A., Rovere, E.I., Marengo, H., Livellara, J. y Moujas, G. 2007. Estudios geofísicos, geológicos y ambientales en la Laguna Llancanelo y alrededores, Mendoza. 3er. Encuentro del ICES (International Center for Earth Sciences) E-ICES 3, Malargüe, Mendoza, Acta de Resúmenes, 8.

[2] Violante, R.A., Osella, A., de la Vega, M., Rovere, E.I. y Osterrieth, M.L. 2010. Paleo-environmental reconstruction in the western lacustrine plain of Llancanelo Lake, Mendoza. 2010. Journal of South America Earth Sciences, 29: 650-664.

[3] De la Vega, M., Lopez, E., Osella, A., Rovere, E.I. y Violante, R.A. 2012. Quaternary volcanic-sedimentary sequences and evolution of the Llancanelo lake region (Southern Mendoza, Argentina) evidenced from geoelectric methods. Journal of South America Earth Sciences, 40: 116-128.

## 273. Estudio Teórico-Experimental de la Na-Montmorillonita para la sorción de Co: Aplicaciones Medioambientales

Gil Rebaza A V[1 2],Montes M L[1],Taylor M A[3],Errico L[1 4],Torres Sánchez R M[5],Alonso R[3]

[1] *Departamento de Física e Instituto de Física La Plata (IFLP, CCT La Plata, CONICET-UNLP), Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Plata, CC 67, 1900 La Plata, Argentina*

[2] *Grupo de Estudio de Materiales y Dispositivos Electrónicos, Dpto. de Electrotecnia, Fac. de Ingeniería, UNLP*

[3] *Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata, Instituto de Física La Plata-IFLP, CONICET-CCT La Plata, (1900) La Plata, Argentina*

[4] *Universidad Nacional del Noroeste de la Pcia. de Bueno Aires(UNNOBA), Monteagudo 2772, (2700) Pergamino, Argentina*

[5] *CETMIC-CCT La Plata, CICBA, Camino Centenario y 506, 1897, M.B. Gonnet, La Plata, Argentina*

La contaminación de efluentes con metales pesados provenientes de industrias como las metalúrgicas, petroquímicas, electrónicas, de pinturas y pigmentos, y otras actividades humanas es un tema de fundamental importancia, dada la potencial toxicidad que implica para el medio ambiente y la población. En particular, el Co es un metal esencial para humanos, animales y plantas, pero su toxicidad a altas concentraciones hace imprescindible que deba ser removido de efluentes contaminados. Uno de los métodos de remediación de efluentes contaminados es la sorción, dado que es de fácil implementación y permite utilizar adsorbentes económicos y amigables con el medio ambiente, tales como los minerales de arcilla entre ellos la montmorillonita (MMT). Argentina posee yacimientos de MMT de muy alta pureza en Rio Negro, Neuquén y La Pampa y por lo tanto el estudio de su utilización para la remoción de metales pone en valor este yacimiento, contribuyendo con el desarrollo industrial del país.

En el presente trabajo se ha estudiado tanto en forma teórica como experimental la Na-montmorillonita (Na-MMT), $Na_2[(MgAl_3O_8(OH)_4(Si_8O_{12})]_2$, como posible candidato para la sorción de Co. En el caso de esta arcilla los átomos de Na son sustituidos por átomos de Co coordinado con seis moléculas de $H_2O$. Del lado experimental se realizaron ensayos de sorción en condiciones batch (V=25 mL) poniendo en contacto la solución a pH=6 y el adsorbente durante 24 hs, utilizando una relación sólido/líquido de 1 g/L y una concentración inicial de Co en solución de 100 ppm. Las muestras fueron caracterizadas mediante difracción de Rayos-X (Cu-K$\alpha$) para determinar el pico de reflexión $d_{001}$ a partir de difractogramas parciales de las muestras semiorientadas y mediante medidas de magnetización de saturación usando un susceptómetro de muestra vibrante. Desde el punto vista teórico, se realizaron cálculos de primeros principios basados en la Teoría de la Funcional Densidad para determinar la energía de sustitución de Na por Co, la distancia interplanar $d_{001}$ y las propiedades magnéticas e hiperfinas del Na-MMT y Co-MMT hidratada. Los cálculos han sido realizados usando los códigos SIESTA y Quantum-Espresso, aplicando la parametrización GGA-PBE para el término de correlación e intercambio. Los resultados obtenidos hasta el momento demuestran la potencialidad de estos métodos teóricos para estudiar este tipo de sistemas complejos y emplearlos a fin de predecir la capacidad de adsorción para diferentes contaminantes.

## 274. Evaluación del desempeño de la metodología SEA-RTSM de georadar para la determinación de la orientación de estructuras alargadas enterradas

Bullo D E[1],Bonomo N[1]
[1] *Grupo de Geofísica Aplicada y Ambiental, IFIBA, FCEyN CONICET-UBA*

El método de georadar (GPR) permite el estudio de los primeros metros del subsuelo desde la superficie del mismo. Dicho método se basa en la propagación y reflexión/transmisión de ondas electromagnéticas, las cuales son emitidas y recibidas por antenas típicamente dipolares. El análisis de las ondas emitidas y recibidas hace posible detectar y caracterizar capas y objetos enterrados. Recientemente hemos demostrado cómo la utilización del método de Arreglos Sintéticos de Emisores (SEA) de GPR, en combinación con formulación derivada del análisis de las propiedades de rotación de la matriz de dispersión (RTSM) permiten estimar la orientación de estructuras alargadas enterradas, tales como cañerías, juntas y fracturas o grietas, utilizando datos adquiridos sobre una sola línea de sondeo en superficie. Ello tiene relevancia en numerosos casos en los cuales no es posible adquirir datos según grillas superficiales bidimensionales, a partir de cuyos resultados puede deducirse esa orientación con precisión. Este tipo de limitación ocurre, por ejemplo, en caminos estrechos, pasillos en edificaciones u otros lugares limitados por la vegetación, topografía u objetos culturales en superficie. En este trabajo evaluamos la precisión y la exactitud de la metodología SEA-RTSM desarrollada. Ejemplificamos los resultados obtenidos, considerando distintos tipos de cañerías enterradas, suelo y arreglos de emisores. Se consideran datos simulados numéricamente y datos experimentales. Se compara con los resultados obtenidos a partir de procedimientos equivalentes SO-RTSM y CMP-RTSM.

## 275. Evaporación de agua en recipientes abiertos bajo condiciones de humedad ambiente controlada

Santa Cruz L E[1],Moreno A D[1],Rosenberger M R[1]
[1] *Instituto de Materiales de Misiones (CONICET-UNaM). Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales (FCEQyN)*

Se desarrolló una cámara de humedad constante a 33 y 75 % de HR (humedad relativa), controlada mediante soluciones de sales higroscópicas, para medir la evaporación de agua en superficies libres. Se evaluó la influencia de la cantidad de solución saturada de sal, el área de la superficie de agua expuesta al ambiente, el volumen de agua y la altura de líquido con respecto a la altura del recipiente. Se analizó la cantidad de agua evaporada determinada como: variación de volumen y de altura de líquido con respecto al tiempo. Se encontró que en condiciones de alta humedad la influencia de la cantidad de sal, volumen de agua y área expuesta no tienen influencia apreciable, en todos los casos la variación de altura en función del tiempo es constante. En cambio cuando la humedad de equilibrio es de 33 % de HR se observó que la velocidad de evaporación de agua con el recipiente de mayor área fue menor que la esperada, lo que puede explicarse considerando que la cantidad de solución no es suficiente para adsorber el agua del ambiente con a la velocidad adecuada. Analizando los resultados se observó que un modelo de difusión en capa delgada estanca usando los valores de los experimentos da un valor de espesor constante para todos los casos, a humedad constante, por eso se propone que ese modelo sería adecuado para simular el proceso de evaporación.

## 276. Impacto de la radiación ultravioleta en las costas de la provincia de Buenos Aires

Stadler C S[1],Wolfram E[2 3],Orte F[2],Carmona F[4 5]

[1] *Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNCPBA), 7000 Tandil, Argentina*

[2] *CEILAP-UNIDEF (CITEDEF-CONICET) Villa Martelli, Buenos Aires, Argentina*

[3] *Facultad Regional Buenos Aires, Universidad Tecnológica Nacional (UTN). CABA, Argentina*

[4] *Instituto de Hidrología de Llanuras (IHLLA), Universidad Nacionaldel Centro de la Provincia deBuenos Aires, 7000 Tandil, Argentina*

[5] *Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Buenos Aires, Argentina*

La radiación ultravioleta (UV) es ampliamente reconocida como la causa del cáncer de piel. Nueve de cada diez casos de cáncer de piel son causados por la radiación UV solar. Nuestra piel absorbe las radiaciones ultravioletas emitidas por el Sol a lo largo de toda nuestra vida. Estas radiaciones se acumulan y a largo plazo causan daños irreversibles. Se calcula que al cumplir los 18 años, una persona ya se expuso al 80Los tres pilares de la fotoprotección se basan en la modificación del comportamiento que conduce a un exceso de exposición a la radiación UV, el uso de ropa y gafas de protección y, por último, el uso de cantidades adecuadas de protector solar como un complemento de estas estrategias de protección. En este trabajo se analizan los niveles de radiación solar UV que reciben las costas de la Provincia de Buenos Aires, haciendo especial énfasis en los meses de verano, donde se calcula que más de 10 millones de turistas asisten para vacacionar y visitar las playas de la costa de la provincia de buenos aires. Los niveles de radiación UV fueron calculados a partir de un modelo paramétrico de radiación UV teniendo como valor de entrada los valores medidos de la columna total de ozono por el satélite OMI/NASA y el ángulo cenital al mediodía solar (momento de máxima elevación solar) para cada día del período analizado (2004-2015). A partir de los niveles de radiación calculados, se estimó el tiempo promedio de exposición al Sol necesario para causar eritema (enrojecimiento de la piel). El análisis de los resultados muestra que durante un verano típico, y en condiciones de cielo despejado, más del 70Los resultados de este trabajo tienen amplio interés en las políticas de fotoprotección del Ministerio de Salud y ayudarán al mejor diseño de las campañas de protección y uso correcto del Sol en esta zona del país.

## 277. Método de trazado de rayos basado en la búsqueda de Fibonacci

Onnis L[1],Carcione J[2]

[1] *Grupo de Geofísica Aplicada y Ambiental, IFIBA, FCEyN CONICET-UBA*

[2] *Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale, Trieste, Italy*

Los algoritmos de localización de distintas fuentes de energía tales como micro-sismos debido a la inyección de fluidos, fractura hidráulica, tremores volcánicos y terremotos requieren algoritmos de modelado directo rápidos y prácticos [1-3]. En particular, Battaglia y Aki [1] utilizan una ecuación analítica muy simple para computar el decaimiento de amplitud desde la posición de la fuente (un tremor volcánico) hasta el detector. Esto es debido a que asumen un medio homogéneo. Sin embargo, en aplicaciones más realistas se considera un medio heterogéneo, y se requiere un algoritmo numérico.

Presentamos una técnica de trazado de rayos basada el método de búsqueda de Fibonacci [4]. El modelado intenta simular la respuesta de fuentes sísmicas ubicadas en profundidad y registradas en la superficie. Modelamos el patrón de radiación de una fuente puramente tensil, que puede aproximar bien la energía liberada en casos de microfracturas debido a la inyección de fluidos [5].

Nos enfocamos en los primeros arribos ya que los eventos múltiples tienen menor amplitud y son más difíciles de detectar e identificar.

Consideramos un medio 2D visco-acústico compuesto por un apilamiento vertical de capas, cada una de ellas isótropa y uniforme. Las capas están definidas por su velocidad acústica, su densidad y su factor de calidad $Q$. Las interfases está definidas por un conjunto inicial pequeño ($\sim$ 50) de puntos, que luego son interpolados por splines en un número mayor ($\sim$ 5000). Entre los puntos finales consideramos segmentos rectos.

El algoritmo busca el rayo que une la posición de la fuente con cada uno de los detectores en superficie. Como primer paso se traza una serie de rayos con ángulos iniciales equiespaciados. Los dos rayos que arriban más cerca a ambos lados de cada detector definen el intervalo inicial de búsqueda para el mismo. Este intervalo se reduce secuencialmente según el método de Fibonacci. La función de mérito a minimizar es la distancia de arribo del rayo a cada detector en función del ángulo. El número prefijado de evaluaciones de la función que el método requiere puede elegirse de antemano para obtener la precisión angular deseada. Cada rayo se traza eligiendo el valor central del intervalo de incerteza final.

Una vez trazados los rayos se computa el tiempo de viaje y las pérdidas de amplitud debido a la divergencia geométrica, la absorción intrínseca del medio y la transmisión en cada interfase. Los pulsos resultantes se convolucionan con la historia temporal de la fuente, dada por una onda de Ricker, para obtener sismogramas sintéticos. Los resultados se comparan con sismogramas sintéticos calculados mediante el método pseudoespectral [6].

[1] Battaglia, J., and Aki, K., 2003, Location of seismic events and eruptive fissures on the Piton de la Fournaise volcano using seismic amplitudes, J. Geophys. Res., 108(B8), 2364, doi:10.1029/2002JB002193.

[2] Fischer T., S. Hainzl, L. Eisner, S. A. Shapiro, and Calvez, J. L., 2008, Microseismic signatures of hydraulic fracture growth in sediment formations: observations and modeling, Journal Geophysical Research, 113:B02307.

[3] Kumagai, H., Palacios, P., Maeda, T., Barba Castillo, D., and Nakano, M., 2009, Seismic tracking of lahars using tremor signals, J. Volcanol. Geotherm. Res., 183, 112–121.

[4] Kiefer, J., 1953, Sequential Minmax search for a maximum, Proceedings of the American Mathematical Society, 4, 502-506.

[5] Ou, G. B., 2008, Seismological studies for tensile faults. Terr. Atmos. Ocean. Sci., 19(5), 463-471.

[6] Carcione, J. M., Da Col F., Currenti, G., and Cantucci, B., 2015, Modeling techniques to study CO2-injection induced micro-seismicity, International Journal of Greenhouse Gas Control, 42, 246-257.

## 278. Posible efecto solar sobre la precipitación en Tucumán

Medina F[1],Villavicencio F[1],Heredia T[1],Bazzano F[1],Elias A G[1 2]

[1] *Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología - Universidad Nacional de Tucumán*

[2] *Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, CONICET-Universidad Nacional de Tucumán*

En este trabajo se analiza la variación a largo plazo de las series anuales de precipitación total y precipitación diaria máxima de San Miguel de Tucumán, Argentina (26.8°S, 65.2°O) para el período 1974-2014, y su posible asociación con la actividad solar medida a través de dos índices: el número de manchas solares, Rz, y el índice aa. Rz es un indicador de la variación de la radiación EUV solar y también de la irradiancia total solar, y aa es una medida de la actividad geomagnética ligada directamente a la actividad solar. Los resultados muestran un patrón de

comportamiento común entre la tendencia a largo plazo de las series de precipitación y la de los índices de actividad solar. Sin embargo este tipo de tendencias también podría deberse al efecto antropogénico debido al aumento en la concentración de gases de efecto invernadero cuya consecuencia sobre las precipitaciones en escala global sería un aumento general de los valores promedio y valores máximos, pero con algunas disminuciones a escala regional y en ciertos períodos de tiempo.

## 279. Prospecciones Geoeléctricas: Metodologías para estimar los errores de los datos y detectar datos con valores atípicos. Análisis del impacto de su uso sobre los resultados de las Inversiones.

Bordón P[1],Martinelli H P[1],Robledo F E[2],Franzoni M E[3]

[1] *Grupo de Geofísica Aplicada y Ambiental, IFIBA, FCEyN CONICET-UBA*

[2] *Departamento Investigación y Tecnología, PNGRR, Comisión Nacional de Energía Atómica. SEDE*

[3] *Departamento Prospección. GEMP. Comisión Nacional de Energía Atómica*

Entre la amplia variedad de métodos de prospección geofísica no invasivos que permiten caracterizar distintos parámetros físicos del interior terrestre a partir de mediciones realizadas en superficie, se encuentra el método geoeléctrico. Este método consiste en inyectar corriente, que puede ser considerada continua, por medio de un par de electrodos y medir la diferencia de potencial que se genera entre otro par de electrodos. A partir de esto se determina la resistividad aparente, que es la resistividad que debería tener un medio homogéneo para dar la misma respuesta. Usualmente los datos se adquieren a lo largo de líneas o perfiles, empleando algún arreglo de electrodos estándar, como por ejemplo, Wenner, Wenner-Schlumberger o dipolo-dipolo -que es el más utilizado para estudios superficiales-. Estos datos se interpretan aplicando métodos de inversión 2D que brindan modelos -o imágenes- de la distribución de resistividad eléctrica bajo cada línea medida, también denominadas tomografías eléctricas 2D. Existen métodos de inversión 3D, pero éstos sólo se aplican en casos particulares; fundamentalmente, porque para poder hacerlo es necesario realizar un trabajo de campo mucho más extenso. Las profundidades de penetración alcanzadas con estos equipos van desde metros hasta varios cientos de metros, dependiendo de la potencia de la fuente, la separación entre electrodos y la resistividad del subsuelo. En general, tanto para éste como para otros métodos geofísicos, es sabido que cuando se subestiman los errores de los datos suelen introducirse en los modelos inversos estructuras ficticias, mientras que cuando se los sobreestima se produce un suavizado excesivo de las imágenes que conduce a una pérdida de resolución sobre las estructuras de interés. Usualmente las inversiones de los datos geoeléctricos se realizan sin considerar sus errores, dada la dificultad de obtener estimaciones precisas de los mismos. La presencia de errores aleatorios reducidos no garantiza la calidad de los datos, ya que datos con valores atípicos (causados por fuentes de errores sistemáticos como mal contacto o polarización de los electrodos, o fallas del equipo) muchas veces presentan bajas desviaciones estándar (Zhou y Dahlin 2003, Loke y otros 2013). Una forma propuesta para cuantificar adecuadamente los errores, incluyendo su parte no-aleatoria, es la realización de mediciones reciprocas (Parasnis 1988, Park y Van 1991). El problema con esta metodología es que duplica el tiempo de adquisición y además sólo es aplicable para algunos arreglos de electrodos. Considerando lo mencionado, en este trabajo se presentan una metodología alternativa a las mediciones recíprocas, la cual permite obtener estimaciones bastante aproximadas de los errores a partir de la variabilidad lateral de los datos, y se muestran los resultados obtenidos al aplicarla en líneas realizadas en un sitio de prueba con características generales del subsuelo conocidas. La metodología propuesta tiene la ventaja de que puede aplicarse con cualquier arreglo de electrodos y que

no incrementa el tiempo de adquisición de datos pues no requiere realizar mediciones adicionales.

Loke, M.H., Chambers, J.E., Rucker, D.F., Kuras, O., Wilkinson, P.B., 2013. Recent developments in the direct-current geoelectrical imaging method. Journal of Applied Geophysics 95, 135?156.

Parasnis, D.S., 1988. Reciprocity theorems in geoelectric and geoelectromagnetic work, Geoexploration, 25, 177-198.

Park S.K., Van G.P. 1991. Inversion of pole-pole data for 3-D resistivity structure beneath arrays of electrodes. Geophysics 56, 951-960.

Zhou, B., Dahlin, T., 2003. Properties and effects of measurement errors on 2D resistivity imaging surveying. Near Surface Geophysics 1 (3), 105-117.

## 280. Tendencias en la precipitación de estaciones del NOA y su posible relación a forzantes naturales y antropogénicos

Díaz M E d V[1],Jerez M A[1],Morales C L[1],Heredia T[2],Bazzano F[3 4],Elias A G[2 4]

[1] *Laboratorio de Física de la Atmósfera, Dpto. de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán*

[2] *Dpto. Física, Fac. Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán*

[3] *Laboratorio de Construcciones Hidráulicas, Dpto. de Construcciones y Obras Civiles, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán*

[4] *CONICET*

En este trabajo se analiza la variación a largo plazo de las series anuales de precipitación total, precipitación diaria máxima y desviación estándar de la precipitación diaria, de cinco estaciones meteorológicas de cuencas hídricas del NOA, durante el período 1947-2015. Cuatro de ellas presentan tendencias positivas en casi todas las variables. Este resultado estaría de acuerdo cualitativamente con el efecto antropogénico en el clima cuya consecuencia sobre las precipitaciones en escala global sería un aumento general de los valores promedio y de valores máximos. Se hace también un análisis preliminar de dos forzantes naturales: El Niño y el Modo Anular del Sur, que se miden a través del SOI y SAM, pero no parecen estar relacionados con las tendencias observadas.

## 281. Variación estacional de la cubierta nubosa en El Colmenar, Tucumán

Jerez M A[1],Díaz M E d V[1]

[1] *Laboratorio de Física de la Atmósfera, Dpto. de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán*

A través de un modelo de cálculo de radiación solar global se estiman valores de nubosidad a partir de datos de radiación solar medidos en superficie en El Colmenar, Tucumán. El modelo que se empleará es un modelo teórico que estima la radiación solar que incide en superficie después de atravesar una atmósfera sin nubes, teniendo en cuenta posición, día del año, hora local solar, y la turbidez del aire (vapor de agua, aerosoles y polvo atmosférico). A partir de las estimaciones de nubosidad, se determinará la variación estacional de la cubierta nubosa. La nubosidad es uno de los principales reguladores del calentamiento de la atmósfera, y como tal controla diversos aspectos del sistema climático. Las nubes tienen un rol fundamental en el balance energético de la atmósfera de la Tierra y son un elemento esencial en la circulación atmosférica de gran

escala y en la distribución regional, frecuencia e intensidad de la precipitación. Caracterizarlas es fundamental también para el diseño de sistemas de conversión de energía solar.

## 282. Agregados de gotas de nubes congeladas: morfología y evolución de tamaño.

Pedernera D A[1],López M L[1 2],Ávila E E[1 2]

[1] *Facultad de Matemática Astronomía y Física - Universidad Nacional de Córdoba*

[2] *Instituto de Física Enrique Gaviola de Córdoba, CONICET-UNC*

Agregados de gotas congeladas (AGC) han sido identificados en las regiones superiores de los anvils de tormentas eléctricas continentales de latitudes medias del centro-oeste de los Estados Unidos de América. Los AGC fueron colectados por medio de aviones utilizados para tal fin y analizados por Stith y colaboradores en 2014 (1). El presente estudio de laboratorio examina la morfología de los AGC encontrados en muestras de nubes producidas en el laboratorio en una cámara fría a temperaturas en el intervalo [-45°C ; -34°C]. Las nubes fueron generadas por dos métodos: por nebulización de agua pura (calidad Milli-Q), y por evaporación de agua pura (calidad Milli-Q). Las muestras de nubes fueron obtenidas por medio del método de réplicas plásticas y luego analizadas con un microscopio óptico. Se tomaron microfotografías de dichas réplicas plásticas con magniticaciones de 40X. Luego dichas microfotografías fueron procesadas con el software ImageJ. Las huellas de las partículas de nube pueden ser claramente identificadas tras su impacto con la película plástica. Entre todas estas huellas se identifican pequeños y grandes AGC tales como los que se reportan en la figura 14 de la publicación de Stith et al, 2014 (1). Según la caracterización realizada por dichos autores, en el presente estudio se observaron desde formas simples y cadenas lineales primarias de AGC hasta agregados altamente ramificados e internamente mezclados. En el presente estudio se reportan los primeros estadios del tamaño de los AGC con un análisis estadístico de parámetros tales como superficie expuesta, ejes menor y mayor, y relación de aspecto.

(1) Ice particles in the upper anvil regions of midlatitude continental thunderstorms: the case for frozen-drop aggregates.

J. L. Stith et. al, 2014.

Atmos. Chem. Phys., 14, 1973-1985, 2014

www.atmos-chem-phys.net/14/1973/2014/

doi:10.5194/acp-14-1973-2014

## 283. Análisis estadístico de ocurrencia de spread-F y de satellite traces en ionogramas obtenidos con la ionosonda VIPIR de Tucumán

González G d L[1 2],Ríos V H[2 3]

[1] *Becario/a CONICET*

[2] *Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología - Universidad Nacional de Tucumán*

[3] *CONICET*

En este trabajo se estudia la probabilidad de ocurrencia de dispersión de la región F ecuatorial (Equatorial Spread-F, ESF, en inglés) y de *satellite traces* (STs), y su posible correlación para el periodo comprendido entre los días 40 y 287 de 2015 en Tucumán (26.9°S, 294.6°E; lat. Geomag.: -15.5), para este período el índice F10.7 varía entre 80 y 166. Se utilizan ionogramas obtenidos cada 5 minutos por el radar ionosferico VIPIR, el cual forma parte del observatorio distribuido *"Low Latitude Ionospheric Sensor Network"* (LISN). Los ESF y STs son identificados

manualmente a partir de los ionogramas. El ESF se clasifica en tres tipos: *range spread-F* (RSF), *frequency spread-F* (FSF) y *mixed spread-F* (MSF). Los resultados muestran que para Tucumán: 1) RSF es el tipo de spread-F que se presenta con mayor frecuencia. 2) 45 % de los eventos de RSF fueron precedidos por ST. 3) En el 35 % de los casos en los que se observaron ST, no se formó ESF posteriormente. 4) Aproximadamente 60 % de los eventos de RSF fueron precedidos por la aparición de *Multi-reflected echoes* (MREs).

## 284. Crecimiento de grano en hielo polar con partículas móviles usando el método Montecarlo en 3D

Achaval P I[1],Seiler N[1],Di Prinzio C L[1 2]

[1] *Facultad de Matemática Astronomía y Física - Universidad Nacional de Córdoba*

[2] *Instituto de Física Enrique Gaviola de Córdoba, CONICET-UNC*

En este trabajo se presenta un modelo de simulación de crecimiento de grano con partículas móviles en tres dimensiones usando el método Monte Carlo aplicado a hielo polar. Se estudió el efecto de la concentración y el tamaño de las partículas sobre el tamaño de grano. En general, se pudo observar la migración de las partículas hacia los bordes de grano y el frenado que las mismas producen sobre el movimiento de los límites de grano. También se observó a tiempos largos un efecto de liberación de los bordes de grano respecto a las partículas. Finalmente, se presenta un estudio de la influencia del tamaño y concentración de las partículas sobre el crecimiento de grano de hielo polar.

## 285. Electrificación de Nubes de Tormenta: Un Estudio Experimental

Luque M Y[1 2],Ávila É E[1 2],Bürgesser R E[1 2]

[1] *Facultad de Matemática Astronomía y Física - Universidad Nacional de Córdoba*

[2] *Instituto de Física Enrique Gaviola de Córdoba, CONICET-UNC*

El mecanismo de electrificación no inductivo es considerado el mecanismo principal de electrificación de las nubes de tormenta. Numerosos trabajos experimentales son evidencia de esto. Dicho mecanismo propone que la colisión entre partículas de hielo dentro de la nube resulta en una separación de carga cuya magnitud y signo dependerá de parámetros físicos tales como las temperaturas de cada partícula y del entorno, la velocidad de colisión, el contenido de agua líquida (CAL) presente en el ambiente, la presión de vapor de agua, entre otros.

El grupo de Física de la Atmósfera de la Facultad de Matemática, Astronomía, Física y Computación de la Universidad Nacional de Córdoba se dedica al estudio experimental de dicha electrificación variando los parámetros principales que influencian el cargado de las partículas.

En los últimos años se ha enfocado el estudio de la electrificacion de nubes de tormenta a condiciones de bajo CAL y a bajas velocidades de colisión, ambiente representativo de regiones estratiformes de nubes de tormenta y a condiciones de crecimiento húmedo, situación presente en la mayoría de las tormentas severas que se desarrollan en regiones de latitudes medias.

En la exposición oral contaré acerca del trabajo de estos últimos años.

## 286. Estudio de Perfiles de Temperatura Estratosférico durante la Primavera de 2015 en Río Gallegos, Patagonia.

Quiroga J[1],Salvador J[1 2],Reynoso N[2],Repetto C[2],Lhuillier K[2],Quiroga E H[3],Aroca A[3],Lopéz C[3],Llamedo Soria P[4],Dworniczak J C[2],Quel E[1]

[1] *Centro de Investigacion en Laseres y Aplicaciones, UNIDEF (CONICET-MINDEF)*

[2] *Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Buenos Aires*

[3] *Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Santa Cruz*

[4] *Facultad de Ingeniería, Universidad Austral*

La estratósfera es una región de intensas interacciones entre procesos químicos, dinámicos y radiativos. Desde el punto de vista de la temperatura, la estratósfera es más caliente que la tropósfera debido fundamentalmente a que el 90 % del ozono se encuentra en esa región, absorbiendo radiación solar ultravioleta. El fenómeno de destrucción de ozono en el interior del vórtice polar durante la primavera antártica, por reacciones catalíticas de compuestos halogenados en presencia de radiación solar ocurren durante la primavera austral produciendo una disminución total del ozono dentro del vórtice polar constituyendo lo que se llama comúnmente como agujero de ozono. Uno de los instrumentos más promisorios para el sensado atmosférico a largo plazo y de alta resolución vertical en sus mediciones es el lidar. Las mediciones lidar permiten obtener la distribución vertical de distintos parámetros atmosféricos como la temperatura, densidad y el ozono en un rango entre 15 a 50 km. En el Observatorio Atmosférico de la Patagonia Austral (OAPA) ubicado en la ciudad de Río Gallegos (51° 36'S, 69° 19'W), se han realizado desde el año 2005 mediciones sistemáticas de perfiles de temperatura y ozono estratosféricos. En el trabajo se presentará las observaciones hechas durante la primavera (Sept-Nov) del año 2015 con un total de 21 mediciones durante la noche en promedio entre las 22:00 y 04:00 hora local. Se presenta en éste trabajo la estructura que exhibe sistemáticamente la temperatura en función de la altura evaluados a través de la dinámica que el vórtice polar produce sobre la latitud de la estación. Los perfiles de temperatura serán validados por medio de plataforma satelitales y se presenta un análisis espectral para evaluar la existencia de ondas de gravedad caracterizando su periodo y amplitud mediante análisis espectral.

## 287. Fabricación de patrones de calibración para un Detector de Germanio Coaxial de Alta Pureza de Rango Extendido Tipo-P (HPGe)

Torres Astorga R V[1 2],De Rosas J P[1 2],Valladares D L[1 2],Rizzotto M G[1 2]

[1] *Departamento de Física, Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales, Universidad Nacional de San Luis*

[2] *Instituto De Matemática Aplicada San Luis, CONICET-UNSL*

En este trabajo se describe el procedimiento de fabricación de patrones de calibración para un detector de espectrometría gamma coaxial de alta pureza de rango extendido tipo-p marca Canberra (HPGe). Los soportes escogidos fueron suelo y agua, en diferentes geometrías, los que fueron contaminados con soluciones radioactivas patrones de la firma Eckert y Ziegler. Se muestran las curvas de calibración en eficiencia, tanto en bajas como en altas energías, para cada una de las geometrías utilizadas. Se estudia también la variación de la eficiencia con la granulometría para bajas energías. El objetivo final es cuantificar la concentración de actividad de radionucleidos gamma emisores tanto naturales (Be-7, K-40, Pb-210, Th-232 y U-238) como artificiales (Cs-137) presentes en muestras de suelo, sedimentos y agua. La cuantificación de estos radioelementos permite evaluar diversos procesos que ocurren en el ambiente, como tasas

de erosión y sedimentación, ingreso de polutantes atmosféricos, circulación de masas de aire, etc., de interés para nuestro grupo (Grupo de Estudios Ambientales, GEA). Se presentan los espectros obtenidos con cada patrón y para cada geometría. Se obtienen las curvas de calibración para las geometrías estudiadas y finalmente se comparan los valores de concentraciones de actividad para distintos radionucleidos presentes en muestras de suelo.

## 288. Generación de ondas planetarias en la media atmósfera del hemisferio Sur: Análisis espectral y dos casos de estudio.

Rodas C J F[1],Pulido M[1 2]

[1] *Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura - Universidad Nacional del Nordeste*

[2] *Instituto de Modelado e Innovación Tecnológica, CONICET-UN del Noreste*

Se realiza un análisis de los mecanismos de generación de ondas planetarias en la media atmósfera y su impacto en la circulación general del hemisferio Sur utilizando los datos de reanálisis del MERRA (Modern-Era Retrospective Analysis for Research and Applications, NASA) entre 1991 y 2010. Se identifica en la media 1991-2010 de los espectros de la actividad ondulatoria que ocurre de Abril a Octubre en alturas entre 2hPa a 0.1 hPa (alta estratósfera - baja mesósfera), picos espectrales en altas latidudes en períodos y números de ondas que se condicen con los modos inestables barotrópicos: un pico con número de onda $1$ y período de $3{,}8$ dias, otro pico con número de onda $2$ y período de $1{,}8$ dias y otro con número de onda $3$ y período de $1,2$ dias. En los meses de Julio y Agosto las contribuciones de la inestabilidad con los períodos mencionados dominan la divergencia de flujo de Eliassen-Palm, produciendo períodos de forzados positivos en el jet polar nocturno. Se examinan además las características espectrales y los flujos de Eliassen-Palm de dos casos particulares paradigmáticos que ocurren en 0,7 hPa y $64^o$ S en Julio de 2008 y en 2 hPa y $77^o$ S en Julio de 1996.

## 289. Impacto del Agujero de Ozono sobre la Radiación UV en Latitudes Altas y Medias

Lusi A[1],Wolfram E[2 3],Orte F[2],Carmona F[4 5],Rivas R[4]

[1] *Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNCPBA), 7000 Tandil, Argentina*

[2] *CEILAP-UNIDEF (CITEDEF-CONICET) Villa Martelli, Buenos Aires, Argentina*

[3] *Facultad Regional Buenos Aires, Universidad Tecnológica Nacional (UTN). CABA, Argentina*

[4] *Instituto de Hidrología de Llanuras (IHLLA), Universidad Nacionaldel Centro de la Provincia deBuenos Aires, 7000 Tandil, Argentina*

[5] *Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Buenos Aires, Argentina*

Las regiones subpolares del Hemisferio Sur son afectadas por valores de ozono bajo durante cortos periodos de tiempo, relacionados directamente con el pasaje del agujero de ozono antártico. Durante estos episodios, las regiones subpolares experimentan una pronunciada reducción de ozono estratosférico, produciendo un incremento en la radiación UV en superficie. Estos eventos suelen ocurrir durante la primavera y principios de verano austral, y flamas de aire empobrecidas en ozono suelen viajar hacia en dirección Norte,alcanzando latitudes medias cercanas a los 30°. Pero no sólo el contenido total de ozono es el único factor que influye en la radiación UV. Otros factores que juega un rol importante en los niveles de radiación que alcanzan la superficie terrestre son el ángulo solar cenital, la nubosidad (cobertura del cielo y espesor óptico), la carga de aerosoles y el albedo superficial. La combinación de situaciones de bajo contenido de ozono debido al transporte de masas de aire desde latitudes polares más una elevación solar alta durante el medio día solar en

latitudes más bajas, pueden producir cambios significativos en la irradianciaen superficie respecto de condiciones climatológicas, alcanzando valores extremadamente altos en el Índice UV. En este trabajo se estudian casos de incrementos anormales en el Índice UV en superficie debido aepisodios de transporte de ozono bajo mencionados anteriormente, utilizando un modelo paramétrico UV. Como entrada al modelo se utiliza el valor de columna total de ozono del instrumento OMI, a bordo del satélite AURA, y el ángulo solar cenital calculado para el mediodía solar en tres ciudades seleccionadas a diferentes latitudes, con el objetivo de poder seguir el transporte de masas pobres en ozono desde latitudes altas hacia latitudes medias, durante el periodo 2005-2015. Las ciudades elegidas son: Río Gallegos ( 51°S), Comodoro Rivadavia ( 45°S) y Buenos Aires( 34°S).

## 290. Indicador en tiempo real de la radiación solar UV: Solmaforo V2.1

Vasquez P M[1],Paniagua M[1],Repetto C[1],DElia R[2],Dwornizack J C[1],Quel E[2],Wolfram E A[2 1]
[1] *Facultad Regional Buenos Aires - Universidad Tecnológica Nacional*
[2] *Centro de Investigacion en Laseres y Aplicaciones, UNIDEF (CONICET-MINDEF)*

El deterioro de la capa de ozono en nuestra atmósfera por causas antropogénicas es un problema medioambiental global que trae consecuencias directas sobre la biósfera en nuestro planeta. Esta alteración ha producido en promedio, un aumento del 4 al 6 % de la radiación solar ultravioleta (UV) que llega a la superficie de la Tierra en latitudes medias, colocando a este tipo de radiación como la principal causa de cáncer de piel en el mundo. La sobreexposición a la radiación ultravioleta es causa de problemas de salud agudos y crónicos en piel, ojos y sistema inmune. En respuesta a esta problemática, distintas organizaciones han trabajado individual y colectivamente en programas de información y educación acerca de una conducta saludable frente a la radiación UV, en la elaboración de un Índice Solar Ultravioleta (IUV) para difusión de los niveles de radiación al público en general, y en distintas formas de pronóstico y difusión de niveles de radiación. El Solmáforo es una alternativa más a la difusión de estos problemas, constituida por un indicador, autónomo y en tiempo real, del nivel de radiación solar ultravioleta. Construido con fotodiodos sensibles a la radiación UV eritémica, si bien no ofrece la calidad de medición de los equipos de laboratorio, pretende dar una alternativa económicamente viable para su instalación en diversos espacios públicos. Así mismo, la implementación de lámparas de leds y celdas fotovoltaicas, juntamente con la selección de componentes de bajo consumo y que cumplan con normas RoHS, procuran la completa autonomía del equipo y su bajo impacto ambiental. Por último, la incorporación de tecnología GPRS, asegura un control remoto de la calidad de los datos difundidos y del correcto funcionamiento del equipo, como así también la difusión de los valores medidos en SMARTPHONES y otras plataformas. En este trabajo se muestra la nueva versión de estos dispositivos rediseñados completamente y las alternativas de implementación que se están produciendo en nuestro país en el marco del proyecto SAVER-Net en colaboración con la JICA, no solo para el aviso a los turistas en playas y parques, sino también como alternativa de cuidado a la sobreexposición de los trabajadores fotoexpuestos en Parques Nacionales y otros ámbitos.

## 291. Ondas de Montaña como mecanismo desencadenante del descenso de Viento Zonda a la superficie

Hofer A[1],Santos R[1],Fernandez R[1 2],Schiavone F[1],Mandrilli P[1]
[1] *Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Cuyo*
[2] *CONICET*

El Zonda es un viento seco característico de la Región Cuyo que en ocasiones puede alcanzar

velocidades superiores a los 100 km/h en zonas urbanas. Es generado a sotavento de la Cordillera de Los Andes y ocurre en situaciones sinópticas bien definidas. No obstante, las condiciones suficientes para su descenso al llano no han sido dilucidadas. En este trabajo se explora la influencia de ondas de montaña como posible mecanismo responsable del descenso de las corrientes de viento a superficie. A través del modelo regional Weather Research and Forecasting (WRF) se simularon exitosamente 6 casos reales de viento en superficie. La salida del modelo fue estudiada mediante scripts de post-procesamiento en lenguaje NCL, contrastando exitosamente los valores experimentales de temperatura, punto de rocío y velocidad zonal del viento. Además, se encontraron ondas de montaña inducidas por la estructura de la cordillera en todos los casos analizados con un máximo de amplitud en las horas previas al evento en superficie. En capas bajas de la tropósfera se registraron valores máximos del parámetro de Scorer (PS), lo cual sugiere a las ondas como un posible mecanismo desencadenante del descenso del viento a la superficie.

## 292. Perfiles ionosféricos combinando estaciones GPS y meteorológicas

Leal N S[1],Ríos V H[1 2]

[1] *Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología - Universidad Nacional de Tucumán*

[2] *CONICET*

Se presenta y se pone a prueba un algoritmo para obtener información atmosférica, basado en la propagación de ondas electromagnéticas en una formulación geométrica. La región atmosférica de interés es la superior. Se explican los fundamentos del algoritmo, de aplica a datos obtenidos de dos estaciones GPS de la red RAMSAC y de estaciones meteorológicas inmediatas de la Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres. Se contrastan los resultados obtenidos con perfiles de radio ocultamiento de misiones COSMIC y se estudia el rango de validez de los mismo. Los resultados obtenidos muestran que el algoritmo presenta una mejor resolución en la parte superior de la atmosfera, lo que lo hace adecuado para el estudio de la dinámica ionosférica.

## 293. Redes neuronales artificiales para estimar cantidad de precipitación en verano y en invierno en Mendoza y en Buenos Aires, Argentina.

Mandrilli P[1],Santos R[1],Catania C[2],Monge D[2]

[1] *Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Cuyo*

[2] *Instituto para Tecnologías de la Informática y la Comunicación, Universidad Nacional de Cuyo*

En el presente trabajo exploratorio de investigación se pretende utilizar un camino alternativo para el estudio del Quantitive Precipitation Forecast (QPF) para la ciudad de Mendoza y la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA), las cuales presentan regímenes de precipitación muy distintos. Se hace uso de Inteligencia artificial mediante técnicas de Machine learning (ML) para estudiar la funcionalidad de redes neuronales artificiales (ANN, por sus siglas en Inglés) aplicadas a la Meteorología con el objetivo de optimizarlas para predecir valores de precipitación en las ciudades anteriormente mencionadas. Existen dos búsquedas distinguibles: la de las variables significativas que originan la lluvia y la de la ANN que estime precipitaciones con menor error en comparación a otras. Sin embargo, encontrar la primera, y utilizarla adecuadamente, garantiza mejoría de la segunda. Debido a la complejidad de lo primero y al tiempo disponible, se ha optado por encarar antes a la segunda, para asegurarse un correcto aprendizaje. En una primera elección de variables de la escala sinóptica con más influencia en el ciclo de vida de los fenómenos altamente influyentes para que ocurra la precipitación, como los procesos convectivos profundos,

para ser usados como inputs, se utiliza el conocimiento previo y la experiencia de los meteorólogos. Luego, dada la complejidad de los algoritmos empleados, podemos decir de nuestra experiencia en recientes estudios, que las ANN's son muy simples para poder representar correctamente procesos tan complejos como la predicción de precipitación; sin embrago, es una compleja tarea descubrir la óptima para ello.

## 294. Respuesta Ionosférica de bajas latitudes a la tormenta magnética del 24 de octubre de 2011

Ríos V H[1 2],González G d L[3],Sebastián L[2],Esquivel H[4]

[1] *CONICET*

[2] *Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán*

[3] *Becario/a CONICET*

[4] *Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología - Universidad Nacional de Tucumán*

Se estudia la respuesta de la región F2 a la tormenta geomagnética ocurrida en octubre de 2011 a partir de datos obtenidos de estaciones ionosondas sudamericanas. Se observó que: (i)La aparición de una tormenta ionosférica positiva se manifestó en dos de las tres estaciones estudiadas y en la restante estación fue negativa, antes del comienzo de la tormenta geomagnética.(ii)En el período de SSC no todas las estaciones sufren reducción en la variación de la densidad de electrones en comparación a los valores calmos contrario a lo estudiado por Danilov (2013) y Adekoya et al. (2012). (iii)No se observó ausencia de tormentas ionosféricas positivas en todas las estaciones a lo largo del periodo de la tormenta, a excepción de Cachoeira Paulista que registró una tormenta negativa significativa de -30 % en coincidencia con el Dst mínimo. (iv)La variación de la densidad de electrones durante la noche es mayor respecto al período diurno. (v)Se encontró que $\Delta$(foF2) puede variar en amplitud para las fases positiva y negativa. (vii)Del estudio de tormentas producidas en verano, la fase negativa de las tormentas durante este período puede ser consecuencia de una mayor densidad molecular que contribuye a la recombinación más rápida entre los electrones e iones.

## 295. Variación estacional de la cubierta nubosa en El Colmenar, Tucumán

Diaz M E d V[1 2],Jerez A M[3 2],Molina M L[3 2]

[1] *Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología - Universidad Nacional de Tucumán*

[2] *Laboratorio de Física de la Atmósfera, Dpto. de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán, Tucumán, Argentina*

[3] *Universidad Nacional de Tucumán, Tucumán, Argentina*

A través de un modelo de cálculo de radiación solar global se estiman valores de nubosidad a partir de datos de radiación solar medidos en superficie en El Colmenar, Tucumán. El modelo que se empleará es un modelo teórico que estima la radiación solar que incide en superficie después de atravesar una atmósfera sin nubes, teniendo en cuenta posición, día del año, hora local solar, y la turbidez del aire (vapor de agua, aerosoles y polvo atmosférico). A partir de las estimaciones de nubosidad, se determinará la variación estacional de la cubierta nubosa. La nubosidad es uno de los principales reguladores del calentamiento de la atmósfera, y como tal controla diversos aspectos del sistema climático. Las nubes tienen un rol fundamental en el balance energético de la atmósfera de la Tierra y son un elemento esencial en la circulación atmosférica de gran

escala y en la distribución regional, frecuencia e intensidad de la precipitación. Caracterizarlas es fundamental también para el diseño de sistemas de conversión de energía solar.

# FÍSICA E INDUSTRIA

MIÉRCOLES 05 17:00 - 18:00 hs y JUEVES 06 14:30 - 18:00 hs. Block 1 y Block 2

## 296. Avances en el desarrollo de un prototipo de instrumento analítico compacto de Resonancia Magnética Nuclear con ciclado ultrarápido de campo magnético

Dominguez G[1],Velez Ibarra M D[2],Romero E[3],Peretti G[3],Anoardo E[1]

[1] *Laboratorio de Relaxometría y Técnicas Especiales, Grupo de Resonancia magnética Nuclear, FaMAF-UNC e IFEG-CONICET*

[2] *Facultad de Matemática Astronomía y Física - Universidad Nacional de Córdoba*

[3] *Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Villa María*

La técnica de relaxometría magnética nuclear con campo ciclado permite estudiar la dependencia de los tiempos de relajación con la frecuencia de Larmor o, lo que es equivalente, con la intensidad del campo magnético aplicado. La principal restricción desde el diseño instrumental para medir tiempos de relajación muy cortos es el tiempo de conmutación para ciclar el campo [1]. Dos componentes destacados en el diseño y construcción de un instrumento de campo ciclado son el electroimán y su fuente de alimentación. Desde el nacimiento de la técnica se ha invertido gran esfuerzo en el desarrollo de electroimanes cada vez más homogéneos, y que a su vez, faciliten la conmutación veloz del campo magnético. En este trabajo se muestran avances en el desarrollo de un sistema basado en un electroimán de dimensiones reducidas, con el cual se favorecen todas las características deseables excepto la de mantener una buena homogeneidad. Esta modificación se constituye como una alternativa extremadamente atractiva para lograr sistemas compactos y con muy alta velocidad de conmutación. Se analiza el impacto de tales prestaciones en mediciones de dispersiones de relajación espín-red. Asimismo, se analiza la simplificación del electroimán, en contraste con las soluciones utilizadas hasta el momento [2-5]. Esta innovación se acompaña de una fuente que permite alcanzar los niveles requeridos de campo en tiempos del orden de microsegundos, con una estabilidad acorde a las necesidades del sistema. Para cumplir con dichos requerimientos, se utiliza una fuente conmutada de baja tensión, en combinación con una fuente de asistencia auxiliar que sólo se conecta durante la conmutación positiva (estrategia muy utilizada en el pasado en sistemas de mayor porte [1,6-8]). El diseño de la fuente contempla a su vez mejoras sustanciales en contraste a las soluciones utilizadas hasta la fecha [8-9]. Se mostrarán detalles y avances de este desarrollo orientado a un prototipo industrial.

[1] R. Kimmich y E. Anoardo, Field-cycling NMR relaxometry, Prog. Nucl. Magn. Reson. Spectrosc., vol. 44, no. 3-4, pp. 257-320, 2004.

[2] K. Schweikert, R. Krieg, and F. Noack, A high-field air-cored magnet coil design for fast-field-cycling NMR, J. Magn. Reson. 1969, vol. 78, no. 1, pp. 77-96, Jun. 1988.

[3] O. Lips, A. F. Privalov, S. V. Dvinskikh, and F. Fujara, Magnet Design with High B0

Homogeneity for Fast-Field-Cycling NMR Applications, J. Magn. Reson., vol. 149, no. 1, pp. 22-28, Mar. 2001.

[4] S. Kruber, G.D. Fahrrer, and E. Anoardo, Comparative study of helical-cut notch-coil magnets for fast-field-cycling nuclear magnetic resonance, Can. J. Phys., vol. 92, no. 11, pp. 1430-1440, 2014.

[5] S. Kruber, G. Farrher y E. Anoardo, .Air core notch-coil magnet with variable geometry for fast-field-cycling NMR", Journal of Magnetic Resonance vol 259, 216-224 (2015).

[6] E. Rommel, K. Mischker, G. Osswald, K. H. Schwrikert, F. Noack, A Powerful NMR Field-Cycling Device Using GTOs and MOSFETs for Relaxation Dispersion and Zero-Field Studies, J. Magn. Reson. 1986, 70, 219-234.

[7] E. Anoardo, E. A. Romero, D. Pusiol. W. Zaninetti y C. A. Marques, "Magnet current control system for fast field cycling NMR", Revista de Fisica Aplicada e Instrumentacao, vol 10, 33 (1993).

[8] E. Anoardo, G. Galli, G. Ferrante, Fast-Field-Cycling NMR: Applications and Instrumentations, Appl. Magn. Reson.2001, 20, 365- 404.

[9] G. Ferrante, S. Sykora, Technical Aspects of Fast Field Cycling, Adv. Inorg. Chem. 2005, 57, 405-470.

## 297. Cambios de la textura superficial de chapas electrogalvanizadas con la velocidad de embutido

Insausti J[1],Lucaioli A[1],Ziegler D[1],Iuman L[1]

[1] *Departamento de Ingeniería - Universidad Nacional del Sur*

Cuando se conforman piezas de chapa electrogalvanizada la textura del recubrimiento del producto obtenido juega un rol fundamental en la resistencia a la corrosión. En este trabajo se analiza la influencia que tiene la velocidad de conformado con matriz Swift en las modificaciones de la textura superficial del producto. Se tomó una muestra de chapa electrogalvanizada y se la sometió a ensayos de embutido SWIFT con diferentes velocidades. Las condiciones de los recubrimientos, tanto en el material original como en las paredes de las copas obtenidas, se determinaron mediante Difracción de Rayos X. Los resultados de los estudios difractométricos muestran la importancia de la velocidad de deformación en el mejoramiento de las texturas resultantes. Por un lado, la deformación rápida mostró un efecto negativo sobre la textura inicial, y por otro, la deformación lenta resultó un procedimiento muy eficaz para el incremento de la textura del cinc.

## 298. Caracterización de una sustancia sustancia orgánica: determinación de propiedades físicas y térmicas

Vilte M d S[1],Toro M A[1],Lozano R F[1]

[1] *Facultad de Ciencias Exactas - Universidad Nacional de Salta*

En este trabajo se pretende caracterizar una sustancia orgánica, en este caso una grasa bovina, empleada material de cambio de fase, mediante la determinación en el laboratorio de propiedades físicas como la densidad, la viscosidad. Asimismo se pretende explicar su comportamiento térmico, mediante los resultados de un experimento DSC de Calorimetría de barrido diferencial, que permitirá determinar con mayor precisión su capacidad calorífica y su punto de fusión.

## 299. Coeficientes de roce estáticos y dinámicos en ensayos de fricción de chapas de acero

Insausti J[1],Lucaioli A[1],Ziegler D[1],Iurman L[1]
[1] *Departamento de Ingeniería - Universidad Nacional del Sur*

En los procesos de conformado de chapas metálicas un aspecto importante es la calidad superficial de la pieza obtenida. Esta depende del estado superficial inicial, de los lubricantes que se utilizan, de las fuerzas puestas en juego entre herramienta y material y de las velocidades con las que se llevan adelante los procesos. Los aspectos mencionados determinan el régimen de lubricación imperante y así la posibilidad de contactos entre chapa y matriz. Estos contactos entre piezas que experimentan un deslizamiento relativo, en ocasiones suelen producir el denominado fenómeno de Galling que tanto afecta el aspecto superficial del producto y que consiste en un desgarro de la superficie de la chapa como resultado de un desgaste adhesivo y la transferencia de material entre las superficies en contacto. Algunos autores indican que cuando las diferencias entre los coeficientes de roce estático y dinámico superan el 30 por ciento existe la posibilidad de Galling, y en caso contrario no, y que además podría estar vinculado con la topografía superficial inicial en cuanto a densidad de picos y espaciado de los mismos. En este trabajo se ajusta una máquina de ensayos de fricción tipo Inland para determinar los coeficientes de roce mencionados sobre una chapa de acero y correlacionar los resultados con la densidad de picos de la superficie de la chapa original con la finalidad de aportar información para una posible justificación teórica.

## 300. Estudio por refractometría del corte obligatorio argentino de Biodiesel en Diesel

Colman M[1],Fernández Galván E[1],Keim G[2],Sorichetti P[3],Romano S D[2]
[1] *Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ingeniería. Departamento de Ingeniería Mecánica. Grupo de Energías Renovables (GER). Buenos Aires, Argentina.*
[2] *Universidad de Buenos Aires. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. Instituto de Tecnologías del Hidrógeno y Energías Sostenibles (ITHES). Facultad de Ingeniería. Departamento de Ingeniería Mecánica. Grupo de Energías Renovables (GER). Buenos Aires, Argentina.*
[3] *Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ingeniería. Departamento de Física. Laboratorio de Sistemas Líquidos (LSL). Buenos Aires, Argentina.*

Durante los últimos años, numerosos países han implementado el corte de combustibles fósiles líquidos con biocombustibles líquidos. Esta medida surge ante la necesidad de disminuir su dependencia con los combustibles fósiles, diversificar su matriz energética aumentando la proporción de energías renovables, disminuir los importantes problemas que surgen como consecuencia de la contaminación ambiental, etc.

En la República Argentina es obligatorio el corte de diesel con biodiesel desde el año 2010 (Ley 26093/06 y Decreto Reglamentario 109/07). Se comenzó utilizando un 5 % de biodiesel y actualmente el corte es del 10 %, denominado B10. Si bien el biodiesel se puede producir a partir de cualquier aceite vegetal o grasa animal, el que se produce en nuestro país, se utiliza y se exporta, se obtiene a partir de aceite de soja.

La caracterización de biocombustibles líquidos, combustibles fósiles líquidos y sus mezclas, se realiza según normas internacionales (ASTM D, EN, etc.) donde se incluyen varios parámetros. Si bien la medición del índice de refracción en el rango de luz visible (IRV) no es exigido por dichas normas, representa una alternativa útil que posee ventajas superadoras respecto a otras técnicas.

Entre ellas podemos incluir: es rápida, no destructiva, simple, económica, se utiliza poca cantidad de muestra y es precisa.

En este trabajo se realizaron mediciones de IRV en mezclas preparadas volumétricamente a partir de biodiesel de soja y diesel, en incrementos del 5 % de biodiesel en todo el rango de concentraciones, a temperatura de 313.15K, de acuerdo a la norma ASTM D 1218/12. Además, se realizó un estudio del IRV de B10 en función de la temperatura, en el rango de 294.15K a 328.15K, controlada dentro de $\pm$0.1K. El estudio de B10 en temperatura se extendió a una muestra con 10 % de biodiesel y 90 % de diesel preparada en forma másica, y a dos muestras comerciales adquiridas en estaciones de servicios, provenientes de distintas refinerías. Se compararon los resultados obtenidos para B10 volumétrico y másico, y para las muestras comerciales. Se utilizó un refractómetro de Abbe con una precisión de $10^{-4}$ con una fuente lumínica de Sodio de 580nm y un baño termostático para mantener la temperatura de la celda constante. El mismo se aisló para disminuir la transferencia de calor con el ambiente.

El IRV decrece linealmente con el aumento de la proporción de biocombustible en la mezcla. Este resultado era esperable ya que su comportamiento coincide con el de los resultados publicados en la bibliografía para mezclas de diesel con biodiesel provenientes de otros aceites vegetales (colza, girasol, coco y palma).

El IRV de B10 muestra una dependencia lineal y decreciente con el aumento de temperatura. Los resultados de índice de refracción en el rango de luz visible - en las cuatro muestras de B10 - mostraron un comportamiento similar en el rango de temperaturas estudiado.

Por otro lado, el IRV de B10 preparado de forma volumétrica en el laboratorio coincide con el IRV de B10 preparado en forma másica, para todas las temperaturas. De la misma forma, las muestras de diesel comercial de distintas marcas, mostraron valores muy próximos entre sí.

La refractometría es una técnica simple y económica, que presenta interesantes ventajas como método alternativo para determinar la composición de mezclas de combustible fósil con biocombustible. Un requisito previo para ello es la determinación precisa del IRV de los combustibles puros y de mezclas de referencia, en el rango de temperaturas de interés. Los resultados presentados en este trabajo constituyen un primer paso en ese sentido.

## 301. Evolución temporal de las características fisicoquímicas y espectroscópicas de nafta súper comercial

Moreno Maldonado A C[1],Núñez J M[1],Gómez Marigliano A C[1 2]

[1] *Dpto. Física, Fac. Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán*

[2] *CONICET*

La mayor parte de las propiedades fisicoquímicas y microscópicas de las naftas comerciales no están disponibles en la literatura. Por tanto el conocimiento de las mismas y particularmente en el rango de temperatura a la cual se encuentran en nuestra región es de fundamental importancia. Se estudió y caracterizó una nafta súper comercial de YPF, controlada periódicamente desde diciembre de 2015 hasta junio de 2016; la muestra se conservó en recipientes similares a las condiciones de almacenamiento en estaciones de servicio, y se observaron cambios con el transcurso del tiempo. Se midieron densidad, índice de refracción y viscosidad, en el rango de temperaturas de 283,15 K a 313,15 K. Se encontró una dependencia cúbica de la densidad y cuadrática del índice de refracción y la viscosidad en función de temperatura. Le densidad aumenta con respecto al tiempo, la viscosidad aumenta en los primeros tres meses y desciende a partir del cuarto mes; y en cambio, el índice de refracción aumenta en el primer mes y luego decae abruptamente. Se realizaron espectros Raman, UV e IR con las muestras a diferentes tiempos. Con elementos repre-

sentativos de cada grupo (nafténico, oleofínicos, aromáticos y parafínicos) se realizaron espectros Raman de mezclas de distinta composición con el objeto de obtener una curva de calibración que permite determinar la composición porcentual de cada grupo en las naftas. El resultado obtenido coincide muy bien dentro del error experimental con las determinaciones cromatográficas. Se realizó una evaluación temporal de las composiciones que permitió corroborar el modelo temporal propuesto para las propiedades mmacroscópicas.

## 302. Implementación de sistema de compensación de campo aplicado a patrón de campo magnético

Rodríguez G G[1 2],Forte G[3],Muñoz R[4],Anoardo E[1 2]

[1] *Laboratorio de Relaxometría y Técnicas Especiales, Grupo de Resonancia magnética Nuclear, FaMAF-UNC e IFEG-CONICET*

[2] *Instituto de Física Enrique Gaviola de Córdoba, CONICET-UNC*

[3] *Trovintek-Advanced Magnetic Systems*

[4] *Instituto Nacional de Tecnología Industrial*

A partir del análisis de la transformada de Fourier (FFT) de una señal obtenida por resonancia magnética nuclear (RMN) [1], es posible determinar con gran precisión la inhomogeneidad y el valor más probable de campo magnético asociado al volumen de muestra utilizado. Por tal razón, dicha técnica fue empleada para determinar el campo magnético generado por un electroimán Bruker BE-10 instalado en un aparato de RMN utilizado como patrón primario. Luego de medir cada uno de los términos de incertidumbre asociados a la determinación del valor más probable del campo magnético [2], se encontró que el correspondiente a la inhomogeneidad de campo era totalmente dominante frente al resto. Sumado a esto, debido a que la gran mayoría de los sensores (de efecto Hall y bobinas de puntillo) miden el campo medio, resulta importante determinar el valor medio del campo magnético en lugar del más probable. Por tal motivo, no sólo resulta atractivo disminuir el término asociado a la inhomogeneidad de campo (lo que representa reducir la distribución en frecuencia de la FFT de la señal de RMN) sino que también es importante medir el valor medio, es decir, obtener una distribución simétrica de forma tal que el valor más probable coincida con el medio. Para esto se implemento un sistema de acondicionamiento de campo (MFP) [3] basado en 4 pares de bobinas independientes diseñadas especialmente a tal fin. Además se realizó un análisis sobre qué señal de RMN es más conveniente utilizar, si la señal misma (decaimiento de inducción libre o FID por su denominación en Inglés) o el ECO de Hahn. Para ello se tuvieron en cuenta los factores físicos involucrados en cada proceso, las dificultades técnicas que representaba implementar el MFP en cada caso y las cuestiones matemáticas involucradas en las respectivas transformadas de Fourier.

Referencias:

[1] C. P. Slichter, Principles of Magnetic Resonance, Springler Series in Solid-State Sciences, Berli (1990).

[2] La Guía Metas, Trazabilidad Metrológica en sistemas de calidad, Laboratorio de Metrología MetAs, Jalisco-Mexico, (2003), (http://www.metas.com.mx/guiametas/La-Guia-MetAs-03-04-Traz.pdf).

[3] H. H. Segnorile, G. O. Forte y E. Anoardo, NMR-SSC Magnetic Field Profiler Applied to Magnetic Field Shimming, IEEE Latin America Transactions 11, 258-263, (2013).

## 303. Propagación de esfuerzos en sarta de bombeo mecánico

Barone F[1],Moreno G A[2],Garriz A[2],Sanchez Plastic F[2]
[1] *Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad de Buenos Aires*
[2] *Grupo de Modelado y Métodos Numéricos, I+D Ingeniería de Yacimientos, YPF Tecnología*

En el marco de un proyecto integral destinado a desarrollar herramientas para realizar monitoreos automáticos en pozos de petróleo accionados por bombas mecánicas, el presente trabajo repasa el desarrollo de dos códigos de cálculo basados en la resolución de la ecuación de Gibbs para describir la propagación de esfuerzos en una sarta de bombeo mecánico. El objetivo es diagnosticar el estado de la bomba de fondo a partir de mediciones realizadas en superficie. El primer código plantea un método semi-analítico basado en la utilización de la transformada discreta de Fourier para obtener la solución del problema. El segundo código plantea una solución numérica utilizando un método de diferencias finitas explícito. Adicionalmente se desarrolló un método numérico alternativo a los actualmente disponibles en la industria, destinado a calcular el valor del coeficiente de viscosidad efectivo que utiliza la ecuacíon de Gibbs para modelar la disipación presente en el sistema de bombeo. Los resultados obtenidos se validaron utilizando implementaciones numéricas complementarias y también comparando los resultados de interpretación con los obtenidos utilizando softwares comerciales.

## 304. Resonancia mecánica en ensayos de fricción de chapas metálicas

Insausti J[1],Maiz S[1],Schwindt C[1],Ziegler D[1],Bergé G[1],Lucaioli A[1]
[1] *Departamento de Ingeniería - Universidad Nacional del Sur*

En el Laboratorio de Metalurgia del Departamento de Ingeniería de la Universidad Nacional del Sur se desarrolló una máquina para ensayos de fricción de chapas de acero a velocidades similares a las de los procesos industriales. En los ensayos realizados se encontraron fluctuaciones en los valores de las fuerzas de arrastre, de dudosa interpretación y que mediante el estudio de la bibliografía existente se supone puedan deberse a problemas de resonancia mecánica durante el ensayo.

Por tal motivo, en este trabajo, se determinan las frecuencias naturales de la máquina para verificar su correlación con las fluctuaciones encontradas en los registros y así determinar las modificaciones necesarias a realizar en el bastidor de la máquina para minimizar o eliminar de ser posible, los problemas mencionados.

Los resultados preliminares no nos permiten afirmar que exista una correlación entre las frecuencias de vibración y las anomalías encontradas en los registros. Motivo por el cual se amplió la batería de ensayos para poder asegurar sobre un mayor muestreo si las anomalías corresponden o no a un fenómeno de resonancia.

## 305. Trazabilidad metrológica de las mediciones

Mingolla G[1 2 3],Alvarez L[1 2 3],Bastida K[1 2 4]
[1] *Instituto Nacional de Tecnología Industrial*
[2] *Instituto de la Calidad Industrial - Universidad Nacional de San Martín*
[3] *Departamento de Fisica, FCEyN, UBA*
[4] *Ciclo Básico Común - Universidad de Buenos Aires*

La metrología es la ciencia que se encarga de las mediciones y sus aplicaciones, incluyendo tanto los aspectos teóricos como prácticos de las mismas, cualquiera sea su incertidumbre de

medida y su campo de aplicación.

La ciencia de las mediciones no está reservada únicamente a los científicos sino que, aunque pase inadvertida, tiene una importancia fundamental en muchas situaciones cotidianas. De la metrología dependen situaciones tan variadas como el correcto ensamble de piezas fabricadas en distintos países, el éxito de las transacciones comerciales de bienes y servicios (por ejemplo en los que interviene la medición de pesos, volúmenes o tiempos), la precisión en diagnósticos de salud, la posibilidad de que un avión aterrice con poca visibilidad, o recibir una multa por exceso de velocidad o exceso de alcohol en sangre. Todas las mediciones físicas y químicas afectan la calidad del mundo en que vivimos.

Detrás de todo esto se encuentra el concepto de "trazabilidad de las mediciones". En este trabajo se explica detalladamente que és la "cadena de trazabilidad"y cómo a partir de ella se diseminan las distintas unidades del Sistema Internacional (SI).

## 306. Unidad de longitud: de patrones antropométricos a la luz

Alvarez L[1 2 3],Bastida K[1 2 4],Beer E[1],Giarmana G[1],Mingolla G[1 2 3],Yapur F[1]

[1] *Instituto Nacional de Tecnología Industrial*

[2] *Instituto de la Calidad Industrial - Universidad Nacional de San Martín*

[3] *Departamento de Fisica, FCEyN, UBA*

[4] *Ciclo Básico Común - Universidad de Buenos Aires*

Las distancias, actualmente, se pueden medir en kilómetros, metros, milímetros o incluso nanómetros, y lo solemos hacer con tal naturalidad que tenemos la impresión que ésto ha sido así desde siempre. Sin embargo, en la antigüedad los patrones usados para establecer mediciones de longitud se determinaban a partir de la anatomía humana. La falta de uniformidad y la variedad de nombres que ésto generaba era tal que incluso usualmente los comerciantes tenían dos conjuntos distintos de medidas: uno para comprar y otro para vender. Con el establecimiento de las estructuras políticas y la necesidad de intercambios comerciales más justos, fue imperativo acordar un lenguaje común que unificara las unidades de medida. Así es cómo a lo largo de la historia la unidad de longitud, pasó de referenciarse en patrones materiales, como una parte del meridiano terrestre o una barra metálica, a patrones '*intangibles*'cuya realización se lleva a cabo mediante fuentes luminosas que cumplen especificaciones preestablecidas internacionalmente. En Argentina los patrones nacionales son custodiados por el Instituto Nacional de Tecnología Industrial, quien se encarga a su vez de su transferencia a la industria. Este trabajo muestra una breve reseña de cómo fueron evolucionando los patrones de longitud hasta llegar a su actual definición. En forma particular se describe cómo se realiza el metro patrón en Argentina, cómo se mantiene, disemina y materializa, destacando principalmente la importancia de lo que se conoce como cadena de trazabilidad de las mediciones de longitud.

# FÍSICA MÉDICA

MIÉRCOLES 05 17:00 - 18:00 hs y JUEVES 06 14:30 - 18:00 hs. Block 1 y Block 2

## 307. Alteraciones in vitro de la agregación eritrocitaria por la acción de larvas de Trichinella spiralis

Toderi M A[1],Ponce De León P[2],Castellini H[3],Riquelme B[1 2]

[1] *Instituto de Física de Rosario, CONICET-UNR*

[2] *Facultad de Ciencias Bioquímicas y Farmacéuticas - Universidad Nacional de Rosario*

[3] *Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura - Universidad Nacional de Rosario*

En este trabajo fueron estudiados posibles cambios en la membrana de eritrocitos, debido a la interacción in vitro con larvas de Trichinella spiralis, mediante análisis de imágenes digitales y la transmisión de luz láser en un agregómetro de chip óptico se evaluaron las alteraciones en la agregación eritrocitaria. Larvas recién nacidas se obtuvieron a partir de ratones CBi infectados con Trichinella spiralis. Las larvas se separaron posteriormente de las hembras adultas y se colectaron en solución salina en la proporción $(3000 \pm 500)$ larvas/mL. Muestras de eritrocitos de donantes sanos, fueron expuestas in vitro a las larvas para estudiar su efecto sobre la agregación de glóbulos rojos. Se calcularon los parámetros Coeficiente de Células Individuales ($C_{CA}$) y el Parámetro de Agregación (S), mediante el procesamiento digital de imágenes sobre los agregados de glóbulos rojos, indicando la cantidad y tamaño de agregado presente. Los parámetros de cinética de agregación ($Amp_{750}$ y $t_{1/2}$) fueron obtenidos mediante un nuevo de agregómetro de chip. Los resultados muestran alteraciones significativas en la agregación de eritrocitos debido a la acción in vitro de larvas de Trichinella spiralis al aumentar el tiempo de incubación. Estos resultados están posiblemente relacionadas con la pérdida de ácido sálico en la superficie del eritrocito, ya que es capturado por las larvas. Los resultados obtenidos sugieren que las larvas podrían producir alteraciones hemorreológicas en el huésped, lo que podría estar relacionado con la trombosis y la anemia informada en algunos pacientes con triquinosis.

## 308. Análisis de los Dos Mecanismos de Muerte Celular por Radiación Ionizante en Monocapas, Esferoides y Tumores Trasplantados

Horas J A[1 2],Olguín O R[1 2],Rizzotto M G[1 2]

[1] *Departamento de Física, Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales, Universidad Nacional de San Luis*

[2] *Instituto De Matemática Aplicada San Luis, CONICET-UNSL*

Se testea una relación entre la razón de mejora por oxigeno (OER) y los parámetros de radiosensibilidad del modelo Lineal Cuadrático (LQ) en condiciones hipóxicas y aeróbicas de oxigenación, en varias líneas celulares cultivadas en monocapas, esferoides y tumores trasplantados (xenograft). Considerando dicha relación aparecen los dos mecanismos de muerte celular por irradiación. Se comparan ajustes de la Fracción de Sobrevida (SF) en ambas condiciones de oxigenación, usando el modelo LQ. Los datos experimentales son obtenidos de bibliografía. Se

muestra la existencia de dichos mecanismos y su implicancia en los diferentes sistemas estudiados. Se determina la validez de uno u otro mecanismo en cada caso.

## 309. Caracterización del equilibrio ortostático de posiciones básicas de la danza clásica

Miralles M[1 2],Ghersi I[2],Borsoi P[2]

[1] *Centro de Investigación en Diseño Industrial de Productos Complejos-Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo-Universidad de Buenos Aires*

[2] *Laboratorio de Biomecánica e Ingeniería para la Salud, Facultad de Ciencias Fisicomatemáticas e Ingeniería, Pontificia Universidad Católica Argentina*

El equilibrio humano, tanto normal como disfuncional, se ha tornado un campo de especialización que comprende desde el desarrollo de novedosos dispositivos dedicados, los cuales incorporan las últimas novedades en electrónica, como así también el particular procesamiento de las señales biológicas obtenidas durante las diferentes mediciones.

La esencia de la danza es el control del equilibrio corporal a lo largo de rápidas, diferentes y cambiantes bases de sustentación que pueden, según el estilo de la danza, involucrar diferentes partes del cuerpo.

Hay autores que aceptan como hipótesis que el cerebro usa un mapa flexible del cuerpo el cual funciona como un programa unificado integrando el cuerpo al espacio y al contexto. El entrenamiento ideal de la danza realiza la expansión de las capacidades de este mapa para poder lograr el equilibrio y la coordinación necesaria, la cual es referida como "la habilidad para percibir en la acción". Esta capacidad involucra la integración de los sensores cutáneos, propioceptivos, visuales, vestibulares, como así también las intenciones conscientes o no, tanto a nivel neurológico como motor.

En los modelos de balance desarrollados las respuestas posturales responden a patrones reflejos neuromusculares del cuerpo como un todo, que se activan frente a cualquier indicio de posible desequilibrio. En el caso de la danza estas respuestas son anticipatorias.

En este marco nos preguntamos ¿qué características particulares presenta el equilibrio en profesionales de la danza clásica? ¿cuales son las diferencias con atletas de alto rendimiento? como influye en el equilibrio en el entrenamiento a lo largo de los años de formación? ¿cómo evoluciona el equilibrio en el aprendizaje de un gestos particular como un giro? ¿tienen un menor riesgo de caída los bailarines adultos mayores? ¿podemos caracterizar y parametrizar gestos específicos de la danza indicativos del estado de maduración alcanzado, o bien, anticipar patologías?

En este trabajo se presentan: a) los resultados de estudios de equilibrio intrasujeto, referidos a evaluaciones de equilibrio ortostático realizados en una bailarina clásica profesional, con una plataforma estabilométrica especialmente desarrollada en el laboratorio; b) una breve descripción biomecánica de las posiciones y gestos estudiados, a saber: primera, quinta (en mediapunta y puntas) y grand plié y c) el procesamiento de las señales y la definición de parámetros para la caracterización de los estabilogramas.

La capacidad de cuantificar estos gestos permite, por un lado, aportar conocimiento detallado sobre el equilibrio particular de la biomecánica de los mismos. Por otro orientar a bailarines y maestros en cuanto a aspectos del rendimiento alcanzado y la mejora en las propuestas de entrenamiento y seguimiento a lo largo del tiempo.

## 310. Caracterización de objetos hipermetabólicos en imágenes PET/CT

Poma A L[1],Peña G A[2],Chesta M A[1 3],Venier V[2],García A R[2],Pozo M A[4]
[1] *Facultad de Matemática, Astronomía y Física, Universidad Nacional de Córdoba*
[2] *Fundación Escuela de Medicina Nuclear, CNEA-UNCU*
[3] *Instituto de Física Enrique Gaviola de Córdoba, CONICET-UNC*
[4] *Instituto Pluridisciplinar, Universidad Complutense de Madrid, España*

La tomografía PET/CT es una técnica de imágenes híbrida que combina las capacidades de determinar la información fisiológica y morfológica de la tomografía por emisión de positrones (PET) y de la tomografía computada (CT), respectivamente. Las aplicaciones clínicas del tomógrafo PET se basan en la evaluación de un fenómeno metabólico mediante la utilización de radiofármacos. Los radiofármacos utilizados en PET son compuestos químicos formados por moléculas orgánicas marcadas con un radioisótopo emisor-$\beta^+$. Al incorporar un determinado camino metabólico en el paciente, la distribución del radiofármaco da contraste a la imagen de acuerdo a su concentración en un determinado órgano o tejido. La distribución de actividad del radiofármaco se determina a partir de la detección en coincidencia de los fotones de aniquilación de $511\ keV$, constituyendo el rango del positrón una limitación física a la resolución espacial del tomógrafo PET. El radiofármaco más utilizado es FDG (Fluordesoxiglucosa) similar a la molécula de glucosa, marcada con $F$-$18$. La FDG permite evaluar la tasa de consumo de glucosa celular y se utiliza sobre todo en estudios oncológicos.

El diagnóstico tomográfico PET detecta cambios regionales en la tasa metabólica, como indicador de actividad tumoral, lo cual permite entre otros la identificación de metástasis ganglionares, el diagnóstico diferencial de recidivas y la evaluación temprana de respuesta tumoral a la quimioterapia o radioterapia. Por otro lado, la captación del radiotrazador no es específica de los tumores y hay acumulación fisiológica en varios órganos normales, así como en procesos inflamatorios que pueden ocasionar falsos positivos PET.

En este trabajo, se presenta un estudio de parámetros geométricos y estadísticos que apuntan a aportar en la caracterización de objetos hiper-metabólicos en imágenes PET/CT, aprovechando el hecho de que las imágenes PET y CT suministradas por el equipo híbrido PET/CT sean corregistradas. Para ello, se determinan previamente los objetos ávidos de captación de FDG con ayuda de un especialista médico en radiodiagnóstico y se segmentan las imágenes PET y CT para separar dichos objetos. En este estudio, se ha utilizado como base de datos un conjunto amplio de imágenes PET/CT adquiridas en FUESMEN (Fundación Escuela de Medicina Nuclear). El conjunto de parámetros utilizado para la caracterización de estos objetos tiene la potencialidad de determinar si existe correlación con el diagnóstico asociado a dos imágenes consecutivas PET/CT del paciente que pueden corresponder, por ejemplo, al antes y después de una serie de sesiones de tratamiento de quimioterapia y/o radioterapia. Hasta el momento no hemos encontrado trabajos sobre la aplicación de algunos de los parámetros estudiados en este trabajo a objetos tumorales.

## 311. Correlación entre dos métodos diferentes para medir dosis en radioterapia.

Chiarpotti M V[1]
[1] *Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Cuyo*

La radioterapia es una forma de tratamiento basada en el empleo de radiaciones ionizantes.

En ella se combinan dos ciencias para tratar el cáncer: la Física y la Medicina. El objetivo es irradiar la lesión con la dosis prescrita por el médico, manteniendo la dosis absorbida en los tejidos sanos por debajo de su tolerancia, aumentando así la Probabilidad de Control Tumoral (TCP) y a la vez disminuyendo la Probabilidad de Complicaciones de Tejido Normal (NTCP). Una de las técnicas más avanzada y de mayor complejidad es el Tratamiento de Radioterapia con Intensidad Modulada (IMRT). Consiste en la modulación del haz de radiación tratando de controlar el número de partículas en cada punto del haz de radiación (la fluencia), para conseguir administrar dosis más homogéneas en el volumen a irradiar de los pacientes, ayudando en el control local de la enfermedad y además logrando obtener una disminución de la toxicidad en los órganos a riesgo que se asocian con la radioterapia. De manera simultánea, se trabaja para obtener y optimizar métodos de verificación de la dosis a irradiar. Se han desarrollado varios métodos para el control de calidad del IMRT que permitien evaluar el proceso, teniendo en cuenta las variables y parámetros que forman parte de la técnica. Uno de ellos es el Map Check. Este es un arreglo de diodos detectores de radiación, destinados al control dosimétrico, otro más antiguo es el de las conocidas películas radiocrómicas. En este trabajo se encuentra una correlación entre ambos métodos (MapCheck Películas radiocrómicas, en particular las Gafchromic EBT2). Así se pueden evaluar las virtudes de cada uno y eventualmente elegir el más conveniente al momento de evaluar la dosis de un tratamiento.

## 312. Detección de bordes en secuencias de rango continuo

Aguirre Varela G G[1],Re M[1 2],López N M[3]

[1] *Facultad de Matemática Astronomía y Física - Universidad Nacional de Córdoba*

[2] *Facultad Regional Cordoba - Universidad Tecnológica Nacional*

[3] *Gabinete de Tecnología Médica, Facultad de Ingeniería, U. N. de San Juan - CONICET*

Se presenta un método para la detección de bordes de dominio o cambios de estacionariedad en secuencias de valores de rango continuo como los obtenidos en Electromiografía (EMG) o en registros de Electroencefalograma (EEG). La detección del cambio de estacionariedad en una secuencia temporal como las mencionadas presenta interés para el reconocimiento del comienzo de una contracción muscular en EMG o del comienzo y propagación de una crisis epiléptica en el análisis del registro del EEG.

El punto de segmentación en una serie temporal se corresponde con la posición en la serie a partir de la cual cambian las propiedades estadísticas de los valores que la conforman. El método aquí propuesto se basa en el cálculo de la Divergencia de Jensen-Shannon (DJS) entre los segmentos que forman la secuencia. La DJS es una medida de distancia entre distribuciones de probabilidad y para su evaluación aproximamos las distribuciones que corresponden a cada segmento por el método del *kernel* de densidad.

Para la aplicación del método se elige una posición en la secuencia como punto de segmentación y se calcula la DJS entre las distribuciones asociadas a las subsecuencias que quedan así definidas. Se identifica el punto de segmentación con la posición que arroja el valor máximo para la DJS, condicionado a que supere el valor de significación.

Evaluamos el método propuesto analizando señales sintéticas similares a señales electromiográficas.

## 313. Dosimetría basada en sensores integrados CMOS para uso en haces mixtos de fotones y neutrones térmicos y epitérmicos en BNCT

Giménez M L[1 2],Lipovetzky J[2 3],Longhino J[2],Alcalde Besia F[3 4],Faigón A[3 4],Carbonetto S[3 4],García Inza M[3 4],Redin G[3]

[1] *Instituto Balseiro - Universidad Nacional de Cuyo*

[2] *Centro Atómico Bariloche - Comisión Nacional de Energía Atómica*

[3] *CONICET*

[4] *Laboratorio de Física de Dispositivos, Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires*

Se estudió la respuesta de un prototipo de dosímetro para haces mixtos de fotones y neutrones en radiaciones in-vivo utilizando transistores MOS. Hasta el momento, nunca se había podido medir la dosis absorbida debido a radiación con neutrones utilizando dichos sensores. El funcionamiento de estos dosímetros se basa en los transistores FOXFET, fabricados con óxido de campo como óxido de compuerta. Éstos son más sensibles a radiación ionizante al poseer una capa de óxido de silicio de mayor espesor que lo convencional. Midiendo el corrimiento de las curvas I-V de los transistores, es posible determinar la dosis absorbida en tiempo real. Para la radiación con fotones, se analizó su respuesta utilizando una fuente de $^{137}\mathrm{Cs}$, obteniendo como resultado que la misma es lineal con la dosis. Para medir la respuesta a neutrones térmicos y epitérmicos, al sensor se lo cubrió con capas de distintos espesores de $\mathrm{Gd_2O_3}$. En tal capa conversora se lleva a cabo el proceso de captura neutrónica en los átomos de $^{157}\mathrm{Gd}$. De esta manera, es posible detectar los electrones secundarios resultantes de la reacción. Se observó que los transistores con capas de conversión de 20 $\mu m$ y 80 $\mu m$ son predominantemente más sensibles a neutrones epitérmicos que a térmicos ya que el espesor es mucho mayor que el rango de los electrones secundarios dentro de la capa conversora. Ser capaz de medir ambas radiaciones simultáneamente permite utilizar al dosímetro en un haz mixto, como es el caso de BNCT, donde se realizaron diferentes pruebas. Se pudo determinar la dosis recibida en un tratamiento in-vivo de una aplicación en una perra con un tumor cerebral, midiendo la fluencia de neutrones epitérmicos y dosis absorbida debido a los fotones también presentes en el haz de BNCT. Se logró determinar exitosamente la dosis y la fluencia en la periferia del haz, donde era importante conocer la dosis que recibieron los tejidos que no se deseaban irradiar.

## 314. El problema de la dispersión de datos en cálculos MC del transporte de radiación

Poma A L[1],Chesta M A[1 2],Ojeda S M[1 3]

[1] *Facultad de Matemática, Astronomía y Física, Universidad Nacional de Córdoba*

[2] *Instituto de Física Enrique Gaviola de Córdoba, CONICET-UNC*

[3] *Centro de Investigación y Estudios de Matemática de Córdoba, CONICET - UNC*

En diversos campos científicos el suavizado es un procedimiento al cual se recurre para analizar la tendencia de los datos experimentales con el objeto de explicar la naturaleza de los procesos filtrando el ruido de la señal subyacente. Con el objeto de visualizar la tendencia colectiva de los datos experimentales se debe relocalizar cada punto dato y para hacerlo, es necesario apelar a la información de los puntos vecinos. Los diversos métodos de suavizado difieren en la definición de esta vecindad y en cómo utilizan esta información para la re-localización de los puntos crudos.

En Física es frecuente el suavizado en el área de las radiaciones ionizantes: en experimentos de espectroscopia con analizadores multicanal (MCA), en cálculos numéricos de magnitudes de

variables discretas, etc. En particular, en el área de la Física Médica un problema habitual consiste en determinar la dosis absorbida ($AD$) por el tejido humano para una dada fuente radiactiva ya sea experimentalmente, por medio de cálculos numéricos o mediante aproximaciones analíticas. Por ejemplo, en el tratamiento de braquiterapia de alta tasa de dosis (HDR-BT) una pequeña fuente sellada emisora de radiación-$\gamma$, denominada semilla se localiza cerca o dentro del volumen tumoral para producir daño a las células malignas. La medición experimental directa de $AD$ en este caso no es posible bajo ciertas condiciones de resolución espacial.

La simulación Monte Carlo (MC) es un método numérico ampliamente utilizado para el cálculo de $AD$ con alta resolución espacial, incluyendo los procesos de emisión, transporte y absorción de la radiación en medios materiales. En dichos procesos, son los electrones secundarios los encargados de producir el daño biológico a lo largo de sus trayectorias. Al calcular $AD$ a partir de simulaciones MC, el espacio $3$-$D$ se discretiza en pequeños vóxeles y el número de interacciones electrón-átomo en un vóxel ($i.e.$ número de portadores de información) determina la incerteza de $AD$ en ese vóxel. Dado que la fuente radioactiva es necesariamente localizada, su efecto ionizante en el medio tiene una fuerte tendencia decreciente con la distancia y para mantener la precisión en el cálculo de $AD$ es usual aumentar las dimensiones del vóxel a distancias crecientes, lo que conlleva a que los datos crudos tengan densidad no uniforme. De esta forma, el cálculo numérico de $AD$ a partir de simulaciones MC está caracterizado por un alto gradiente espacial y datos de grandes incertezas distribuidos con densidad no uniforme.

Se han desarrollado en el pasado una variedad de algoritmos y métodos de suavizado y filtrado; sin embargo, es poco factible aplicarlos al fenómeno del transporte de radiación, en particular al caso de la HDR-BT debido a las características antes mencionadas de los datos resultantes del cálculo MC de $AD$. En este trabajo presentamos un nuevo procedimiento de suavizado adecuado para datos provenientes de la simulación MC del transporte de radiación, al que denominamos 'recta flotante'a la vez que discutimos las razones por las que los métodos existentes no se pueden aplicar a este tipo particular de datos o bien dan resultados de suavizado erróneos.

El procedimiento de suavizado FL está inspirado en la navegación de una balsa de palos en un mar rizado. En esta analogía, la balsa absorbe el rizado de longitud de onda corta mientras que navega sobre las olas del mar de longitud de onda larga (relativa a la balsa) haciendo del punto central el más estable. La performance del procedimiento de suavizado FL ha sido evaluada en diferentes situaciones de cálculo de $AD$ que van desde fuentes puntuales a semillas de HDR-BT, habiendo encontrado acuerdo entre las distribuciones de los puntos suavizados mediante el procedimiento FL y las de puntos crudos provenientes de un número de eventos mayor en los que los errores son minimizados. Comparamos además los resultados de suavizado obtenidos a partir de FL con los obtenidos a partir de otros métodos de suavizado.

## 315. Estudio de las dosis impartidas a pacientes en exploraciones de rediodiagnóstico

Olguin O[1] [2],Mugetti P[1],Villagran M C[1],Cobos D B[1]

[1] *Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales - Universidad Nacional de San Luis*

[2] *Instituto De Matemática Aplicada San Luis, CONICET-UNSL*

El estudio se llevó a cabo para establecer la metodología para la determinación de la dosis en la superficie de entrada (DSE) al paciente en algunas exploraciones estándar en radiología

diagnóstica en el Hospital de Juana Koslay, Provincia de San Luis. Un total de 2200 datos se obtuvieron de los pacientes que fueron expuestos al diagnóstico mediante rayos X. La DSE se estimó utilizando el Kerma incidente en aire. Para estimar el kerma incidente en el punto correspondiente a la superficie de la piel del paciente (Ki) se utiliza la medición de la exposición (X) a una distancia de referencia del tubo de rayos X y los parámetros técnicos aplicados en el examen radiológico, (voltaje del tubo, producto corriente del tubo - tiempo de exposición, tamaño del campo, etc.), el factor de retrodispersión (BSF) y la ley del inverso del cuadrado de la distancia. Los resultados obtenidos de la DSE se analizan y se comparan con datos disponibles en la literatura.

## 316. Evaluación de Parámetros Físicos Esenciales del Equipo de Radiodiagnóstico de un Centro Médico de Catamarca-Capital

Roldan T[1],Ausilio F[1],Lucero D H[1],Heredia P[1],Saldaño L[1]

[1] *Dep. Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Catamarca*

Dentro del programa de garantía de calidad para radiodiagnóstico se encuentra la evaluación de parámetros físicos esenciales para garantizar que los estudios sean con calidad y que las dosis administradas al paciente se encuentran dentro de los límites seguros. Para ello se midieron parámetros tales como,Exactitud y Reproducibilidad del Potencial, Capa Hemireductora, Rendimiento de la exposicion a la salida del equipo,Exactitud y Reproducibilidad del Tiempo de Exposición. Se siguió la metodología de protocolos internacionales, cuyas pruebas se adaptaron a las condiciones de medición del equipo de Rayos X de este centro médico.Los valores de la exactitud como los de la reproducibilidad se encuentran dentro de las tolerancias admitidas $\pm$ 10 % y $\pm$ 5 % respectivamente.

## 317. Identificación de biomarcadores del estrés en la actividad autonómica periférica en controles sanos y pacientes con desórdenes psiquiátricos

Álvarez Mercé R[1 2],Castro M N[3 4 2],Villarreal M F[4 2 1]

[1] *Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad de Buenos Aires*

[2] *Fundación para la Lucha contra las Enfermedades Neurológicas de la Infancia*

[3] *Facultad de Medicina, Universidad de Buenos Aires*

[4] *CONICET*

Los equipos de resonancia magnética nuclear de uso clínico permiten registrar imágenes de la actividad cerebral ante estímulos o tareas pautadas. Muchas veces, dado el alto grado de subjetividad del proceso mental a estudiar, no se evidencia una respuesta objetivable externamente. Así, el nivel de estrés generado ante un estímulo de esta índole no se puede cuantificar, por lo que se ignora si la persona alcanzó o no el estado mental esperado. Por tal motivo resulta conveniente buscar una forma de medirlo. El sistema nervioso autónomo (SNA) es un mediador de la respuesta al estrés, por lo que medir sus variables periféricas como la actividad electrodérmica, o las características oscilatorias de las frecuencias respiratoria y cardíaca, y su variabilidad frente a estímulos externos, posibilitaría la cuantificación objetiva de dicha respuesta. El equipo BIOPAC MP150 es un dispositivo que permite medir estas variables autonómicas a través de distintos transductores como el módulo EDA100C-MRI (conductividad de la piel), el ECG100C-MRI (electrocardiograma) y el DA100C (ciclo respiratorio), aptos para operar dentro de un resonador magnético. Se registró la respuesta de las variables autonómicas de individuos sanos (C), pacientes con trastorno límite de la personalidad (Borderline, B) y pacientes con depresión (D), mientras realizaban un

paradigma de estrés aritmético, y se caracterizaron las señales obtenidas. Se observó que tanto a nivel cardíaco como respiratorio, y en la señal electrodérmica, los pacientes B presentaron una respuesta diferente frente al estrés con respecto a los otros grupos. Particularmente, mostraron mayor reactividad y menor habituación a la tarea. Esto podría estar dado por un aumento del simpático y/o una disminución del parasimpático en este grupo. Asimismo, tendría también implicancias en la sintomatología de estos pacientes.

## 318. Intensificación de campos electromagnéticos de radiofrecuencia como alternativa para tratamiento de tumores de próstata

Toranzos V[1],Billordo Peres C[1],Ortiz G[1]
[1] *Universidad Nacional del Nordeste*

La hipertermia para el tratamiento del cáncer se ha investigado ampliamente, la misma consiste en destruir el tumor por elevación de temperatura[1] , lo que se puede conseguir con diversas fuentes de energía, incluyendo ultrasonido, láser, radiofrecuencia y microondas[2].

Uno de los problemas asociados a la hipertermia es el daño de los tejidos vecinos que en las etapas tempranas de detección del tumor se presenta en la dificultad de lograr un tratamiento sobre una sección pequeña que podemos establecer como la de un tumor con diámetro del orden de milímetros.

Para resolver este problema se han propuesto básicamente dos alternativas, la primera consiste en diseños de lentes de Fresnel y antenas para lograr enfocamiento del campo $\vec{E}$ de radiofrecunecia [3, 4, 5] La segunda propuesta consiste en el uso de nanopartículas de carbono[6] que absorben en radiofrecuencia y permitirían un calentamiento selectivo sobre el tumor[6,7]. Sin embargo, la diferencias de temperaturas logradas en los tejidos con nanopartículas y sin nanopartículas es de solo unos grados.

Una forma alternativa de encarar este problema es mediante la excitación resonante de modos propios localizados o *puntos calientes* que tiene lugar en compuestos del tipo conductor-dieléctrico. Es decir, modificar el entorno del área del tejido a tratar para que su respuesta a una excitación electromagnética de la frecuencia adecuada se produzca autoconsistentemente en forma localizada sobre el tumor.

Nuestra propuesta se basa en el uso de arreglos de prismas dieléctricos implantados directamente sobre el tumor. Las propiedades dieléctricas del compuesto prismas-tumor se obtienen en términos de parámetros geométricos y materiales del mismo mediante técnicas de homogenización empleando algoritmos recursivos en la aproximación de longitud de onda larga. Presentamos en este trabajo los avances en el diseño de esos parámetros.

[1] Riadh WY Habash, Rajeev Bansal, Daniel Krewski, and Hafid T Alhafid. Thermal therapy, part 2: hyperthermia techniques. Critical ReviewsTM in Biomedical Engineering, 34(6), 2006. [2] Arturo Vera Hernández, Jesús Enrique Chong Quero, Lorenzo Leija Salas, Yahir Hernández Mier, Christian Marchal, Sección Bioelectrónica,Hipertermia electromagnética, una alternativa para el tratamiento del cáncer: antecedentes, aspectos físicos y biológicos. [3] Alan Fenn, Chris J Diederich, and Paul R Stauffer. An adaptive-focusing algorithm for a microwave planar phased-array hyperthermia system. In Lincoln Lab. J. Citeseer, 1993. [4] Ramesh Chandra Gupta and Surya Pal Singh. Elliptically bent slotted waveguide conformal focused array for hyperthermia treatment of tumors in curved region of human body. Progress In Electromagnetics Research, 62:107-125, 2006. [5] Alan J Fenn, GA King, and PR Stauffer. Improved localization of energy deposition in adaptive phased-array hyperthermia treatment of cancer. Lincoln Laboratory Journal, 9(2), 1996. [6] Mingrui Sun, Asimina Kiourti, Hai Wang, Shuting Zhao, Gang Zhao, Xiongbin Lu, John

L Volakis, and Xiaoming He. Enhanced microwave hyperthermia of cancer cells with fullerene. Molecular pharmaceutics, 2016. [7] Dagmar Faktorová and Mária a Pápezová. Optimization of mild microwave hyperthermia interconnection with targeted delivery of nanoparticles. Przeglad Elektrotechniczny, 90(12):117-119, 2014.

## 319. La sensibilidad al contraste en pacientes con Glaucoma, los efectos del nivel de adaptación

Issolio L[1],Tripolone M C[1],Silva B[1],Paz Filgueira C[1],Barrionuevo P A[1]

[1] *Departamento de Luminotecnia, Luz y Visión, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán*

El glaucoma es una afección caracterizada por el aumento de la presión intraocular que provoca alteraciones en el nervio óptico. Cuanto mayor es la presión en relación a los valores normales (10 a 20 mm Hg) y cuánto mayor es el tiempo que se mantiene, mayor será el daño producido. Como la persona no percibe síntomas de su enfermedad durante largo tiempo, al ser detectada puede estar muy avanzada causando un daño irreversible. En este trabajo proponemos usar la medida de la Función de Sensibilidad al Contraste como herramienta que puede ayudar a su temprana detección. La sensibilidad al contraste (SC) es la inversa del mínimo contraste umbral que una persona detecta en un patrón de tamaño variable, de esa forma caracteriza la visión espacial global del sistema visual humano. Existen estudios que mostraron la potencialidad de esta medida en el estudio del glaucoma y otros que mostraron cómo la electrorretinografía a niveles escotópicos (muy bajo nivel de iluminación) sugiere un déficit en el funcionamiento de bastones que son los fotorreceptores activos a esos bajos niveles. Partiendo de esos hallazgos decidimos medir la SC en pacientes con glaucoma en dos niveles de adaptación: fotópico (70 cd/m2) para frecuencias espaciales de 4 y 8 ciclos/grado y mesópico (0,7 cd/m2) para frecuencias espaciales de 2 y 4 cg. Las medidas fueron monoculares y estimulando la zona foveal. El grupo estaba formado por 45 pacientes con glaucoma en un rango de edad de 16 a 71 años. Se usó un equipo FVC100 (Tecnovinc) que cuenta con curvas de normalidad en los rangos de 20 a 49 y de 50 a 69 años. También se llevaron a cabo mediciones de presión intraocular (PIO) y relación copa-disco (CDR) que indica el grado de excavación del nervio óptico. Los valores de SC obtenidos para la condición fotópica en el caso del grupo de 6 a 49 años está por debajo del mínimo normal pero en el caso del grupo de 50 a 71 años superan el valor mínimo normal pese a estar todavía por debajo de la media normal. Esto podría deberse a que los efectos del glaucoma son ocultados por las consecuencias propias del envejecimiento del sistema visual. En el mesópico se encontraron valores de SC notablemente menores que los fotópicos, como era de esperar, pero al no contar con normales en ese nivel de iluminación no se pudo hacer una valoración del efecto del glaucoma. No obstante se encontró que los valores de ambos rangos de edad son bastante similares entre sí. Un análisis de componentes principales considerando como variables edad, PIO, CDR, SC mesópica a 4 y 8 ciclos/grado y fotópica a 2 y 4 ciclos/grado, muestra que en la primera componente principal, que explica el 38 % de los datos, la SC mesópica a 4 ciclos/grado es el factor predominante, mientras que la edad no representa la variabilidad de la muestra. Este resultado sugiere que la sensibilidad al contraste medida en niveles mesópicos podría ser capaz de evidenciar los efectos de la enfermedad.

## 320. Mean ionization potential estimation for liquid water through discrete and continuum excitation phenomenological data

Geser F[1 2 3],Valente M[4 2 3]

[1] *Facultad de Matemática, Astronomía y Física, Universidad Nacional de Córdoba*

[2] *Instituto de Física Enrique Gaviola de Córdoba, CONICET-UNC*

[3] *Laboratorio de Investigación e Instrumentación en Física Aplicada a la Medicina e Imágenes de Rayos X, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina.*

[4] *Departamento de Ciencias Físicas - Universidad de La Frontera, Temuco, Chile*

Mean ionization potential is a fundamental quantity regarding radiation physics[1,2]. The evaluation of the stopping power in different materials depends strongly on its value, and dosimetry characterization for different therapy techniques need this value to be accurately determined. There are several attempts[3,4] to define this value from first principles in literature, but none of them is closed up to date. Most of the models are phenomenological, or even numerical. In this work, it is shown that for certain dispersive models, the mean ionization of liquid water can be calculated by theoretical means, giving a weak condition for the convergence of the integrals involved. The one mode Drude function is shown to be easily integrated, and results match with numerical estimations. Finally, one appeals to numerical models for more complicated response functions, generally involving several mechanisms of excitation[4,5] of the water molecule.

[1] Bohr N, j-PHIL-MAGAZINE 25-6 (1913)
[2] Bethe H, j-ANN-PHYS-1900 397-3 (1930)
[3] Inotuki M, Rev. Mod. Phys. 43-3 (1971)
[4] Emfietzoglou D, et al, Physics in medicine and biology 3451-72 (2009)
[5] Dingfelder M, Applied Radiation and Isotopes 142-147 (2014)

## 321. Modelo Algebraico de la Formación de Patrones de Dispersión en Condiciones Mamográficas

Ríos A B[1],Somacal H[1 2],Valda A[1 2]

[1] *Escuela de Ciencia y Tecnología - Universidad Nacional de San Martín*

[2] *Gerencia Investigación y Aplicaciones, CAC - CNEA*

Este trabajo se enmarca en un estudio de patrones de dispersión simple de rayos X como fuente de información en diagnóstico mamográfico. Con vistas a abordar el problema de la estimación de la composición de un objeto a lo largo de la línea irradiada a partir del patrón $S$ generado (problema inverso), se busca un modelo algebraico que permita estimar de forma rápida el patrón para un conjunto de objetos de prueba descriptos por $A$. Motiva este enfoque del problema la inviabilidad de aplicar métodos analíticos -como la retroproyección filtrada- debida a la poca cantidad de datos disponibles en un único patrón, al uso de haces policromáticos y a las condiciones geométricas consideradas. El objetivo de este trabajo es desarrollar un modelo algebraico $S = W \cdot A$ y analizar sus limitaciones en relación al planteo del problema inverso. Para ello el objeto dispersor se modela por yuxtaposición de $l$ láminas delgadas y se construye $W$ a partir de patrones elementales ($S_l$) que representan la contribución a $S$ de cada una de las $l$ láminas cuando el objeto es irradiado por una haz policromático colimado $N_0(E)$. Un $S_l$ no es una magnitud fácilmente medible. Mostramos analíticamente que, bajo ciertas suposiciones, los $S_l$ pueden derivarse de la distribución angular de la dispersión en una lámina irradiada por el

haz transmitido a través del objeto completo $N_t(E)$ (y no $N_0(E)$). Esta distribución angular se obtiene mediante una simulación Monte Carlo (SMC) sencilla y se relaciona con los $S_l$ a través de una operación de proyección sobre el plano de detección. El modelo se evalúa comparando sus predicciones con patrones de dispersión obtenidos mediante SMC detalladas para objetos compuestos por PMMA, agua, tejido glandular y adiposo. Dado que la dependencia de $W$ con el objeto -a través de $N_t(E)$- obstaculiza el planteo del problema inverso, también se evalúa la capacidad predictiva del modelo cuando -siendo desconocido el objeto- los $S_l$ se calculan a partir de un $N_t(E)$ hipotético. Las SMC se realizan con el código PENELOPE, incorporando valores experimentales de factores de forma para considerar la estructura del material sobre la distribución angular de la dispersión coherente. Se construyeron matrices $W$ considerando condiciones realistas en el contexto mamográfico: distribuciones espectrales, geometrías y detección planar sin resolución en energía. Las aproximaciones realizadas y las hipótesis sobre $N_t(E)$ escogidas no introducen distorsiones relevantes en la forma y amplitud de los patrones $S$ predichos por el modelo. La aceptable independencia de $W$ con el objeto permite su uso para calcular $S$ para diversos objetos mediante un producto matricial que involucra tiempos incomparablemente menores a los de las SMC detalladas. Además, otorga al modelo un carácter aditivo que permite sustraer de $S$ componentes de dispersión que no provienen de regiones de interés del objeto pero que serían detectadas concomitantemente (por ej. placa compresora). El problema de la estimación de $A$ queda entonces planteado como un sistema de ecuaciones a coeficientes constantes. La información sobre el sistema contenida en $W$ permite una adecuada interpretación de $S$, valorable en el abordaje del problema inverso. A futuro se pretende evaluar la utilidad del modelo en problemas físicamente similares, como la predicción de la radiación dispersa en tomosíntesis.

## 322. Modelo realista de tomografía de microondas en el calcáneo

Fajardo J E[1],Carlevaro C M[1 2],Vericat F[1 3],Irastorza R M[1 4]

[1] *Instituto de Física de Líquidos y Sistemas Biológicos, CONICET-UNLP*

[2] *Facultad Regional Buenos Aires - Universidad Tecnológica Nacional*

[3] *Grupo de Aplicaciones Matemáticas y Estadísticas de la Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata*

[4] *Instituto de Ingeniería y Agronomía, Universidad Nacional Arturo Jauretche*

La detección de tumores de mama y accidentes cerebro vasculares son dos de las aplicaciones biomédicas de imágenes por microondas que poseen ya sus ensayos clínicos. En la actualidad se discute la aplicación en la evaluación de salud ósea. Particularmente, existen algunos casos de estudio en el calcáneo que parecen prometedores. En este trabajo, basándonos en estos experimentos, desarrollamos un análisis de sensibilidad para un modelo realista de tobillo en dos dimensiones obtenido a partir de imágenes de tomografía. El modelo consta de un arreglo circular de antenas monopolo emitiendo a una frecuencia fija. Evaluamos cómo afectan las propiedades dieléctricas y espesores de los tejidos involucrados en la medición de los parámetros de dispersión de las antenas (parámetros S). Las simulaciones son realizadas mediante la técnica de diferencias finitas en dominio de tiempo.

## 323. Optimización y validación de una cámara de flujo controlado para la determinación de la deformabilidad y la energía de adhesión eritrocitaria

Londero* C[1 2],D Arrigo M[2 3],Riquelme B[2 3]

[1] *Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura - Universidad Nacional de Rosario*

[2] *Facultad de Ciencias Bioquímicas y Farmacéuticas - Universidad Nacional de Rosario*

[3] *Grupo de Óptica Aplicada a la Biología, IFIR (CONICET-UNR)*

El glóbulo rojo humano (GR) se caracteriza por la alta capacidad de deformarse para poder realizar sus funciones en la circulación sanguínea. Ésta deformabilidad es consecuencia de las propiedades esencialmente viscoelásticas de su membrana. Asimismo, su carga electronegativa superficial otorgada por el ácido siálico (AS) es otra característica del mismo que tiene gran importancia hemorreológica y hemodinámica, dado que una disminución del AS implica una menor repulsión electrostática intercelular que favorece la adhesión. En el presente trabajo, se optimizó y validó el dispositivo cámara de adhesión, desarrollado previamente, adaptándolo a las nuevas tecnologías de adquisición de imágenes y procesamiento de la información, con fin de determinar parámetros de deformabilidad y adhesión eritrocitaria en GRs humanos normales y con déficit de carga superficial, estudiados a partir del efecto vidrio. El proceso de adhesión de los GRs con el vidrio fue cuantificado indirectamente, pues se determinó el trabajo necesario para separar porciones de la superficie de contacto a causa de una tensión de corte generada por un flujo laminar. Para ello se empleó una cámara adhesión que fue especialmente diseñada para obtener un flujo controlado y bien definido. Se registraron las imágenes de las diversas etapas de adhesión mediante una cámara CCD acoplada a un microscopio óptico invertido y conectada al software IS Capture 3.0. Para el procesamiento digital de las imágenes, se midieron las diversas dimensiones que adopta un GR durante la deformación producida por la tensión de corte aplicada. Con las imágenes registradas fue posible entonces obtener parámetros de deformabilidad y de adhesión eritrocitaria, y asimismo analizar su variación para diversos valores de tensión de corte aplicada. Estos parámetros son significativos pues la deformabilidad es una propiedad crucial que le permite al eritrocito atravesar micro-capilares y adoptar formas hidrodinámicas en circulación. El dispositivo podrá ser utilizado en Biomedicina para el diagnóstico de alteraciones en la deformabilidad y en la capacidad de adhesión de los eritrocitos humanos, las cuales pueden conducir a la obstrucción de los microcapilares tal como ocurre en la diabetes mellitus y la hipertensión. Debido a que la información brindada por la cámara de flujo controlado es más completa que la dada por los otros equipos, permitiendo visualizar in vitro y en tiempo real ambos fenómenos, la deformación vinculada a la adhesión en función del campo de tensiones al cual se somete a las células. Esto es de importancia para comprender el comportamiento de la sangre en circulación y brinda nuevos parámetros que darían información relevante sobre algunas patologías hematológicas y vasculares relacionadas con alteraciones en estas propiedades.

* Becaria de la Fundación Nuevo Banco de Santa Fe, por el Proyecto de Innovación Tecnológica 2015

## 324. Protonterapia: desafíos científicos y tecnológicos

Galassi M E[1 2],Santa Cruz G[3],Casal M[4 3],González S[5]
[1] *Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura - Universidad Nacional de Rosario*
[2] *Instituto de Física de Rosario, CONICET-UNR*
[3] *Gerencia de Área de Medicina Nuclear y Radioterapia (CNEA)*
[4] *Instituto de Oncología Dr. Angel Roffo (UBA)*
[5] *Grupo de Dosimetría Computacional y Planificación de Tratamientos, CNEA- CONICET*

La Protonterapia es una técnica de radioterapia oncológica que emplea haces de protones como radiación ionizante. Las características físicas de la deposición de energía de estas partículas en el medio biológico hacen que los haces de protones presenten una muy buena precisión balística, reduciendo considerablemente el daño en tejido sano en comparación con otras técnicas de radioterapia convencional. La protonterapia es aconsejable en aquellos casos en donde la protección de órganos y estructuras críticas no puede ser alcanzada adecuadamente con radioterapia basada en fotones, y de esta manera ofrece un beneficio mayor al paciente, haciendo que esta terapia resulte particularmente exitosa para el tratamiento de cánceres del Sistema Nervioso Central en niños, en melanoma de la úvea y otros tipos de cáncer de la base del cráneo, entre otros. Su utilización se ha extendido en los últimos años gracias a los avances científicos y tecnológicos que han permitido el desarrollo de aceleradores de dimensiones y precios accesibles para su instalación en centros de salud. Actualmente hay 66 centros operacionales que aplican esta técnica (más de 175 salas de irradiación), la gran mayoría en Europa, Estados Unidos y Japón, 30 en construcción y 17 en planificación. En Argentina, en el año 2015 y en el marco del Plan Nacional de Medicina Nuclear, se aprobó el proyecto para la instalación de un Centro de Radioterapias Avanzadas, que incluye el primer centro de Protonterapia de América Latina,y estará ubicado en inmediaciones del Instituto de Oncología Dr. Angel Roffo. El acelerador de protones (desarrollado por la empresa IBA) contará con un sistema Proteus Plus, que incluye un gantry con un cabezal para pencil beam scanning para tratar tumores y una línea de haz fija de igual configuración, exclusiva para Investigación y Desarrollo. Este centro será uno de los pocos en el mundo con laboratorios dedicados e independientes de la facilidad de tratamiento. En el presente trabajo se presentan los desafíos actuales y líneas de investigación en diversos aspectos de la protonterapia, tales como tecnología clínica y dosimétrica, en computación e imágenes, en física, en radiobiología y en la realización de ensayos pre-clínicos con animales.

## 325. ScOp® and photodynamic therapy in tissues infected by HPV

Etcheverry M E[1],Corti M A[2],Pasquale M A[3],Garavaglia M[4 5]
[1] *Instituto de Investigaciones Fisicoquímicas Teóricas y Aplicadas, CONICET y Universidad Nacional de La Plata*
[2] *Instituto de Física de La Plata, CONICET*
[3] *Instituto de Investigaciones Fisicoquímicas Teóricas y Aplicadas (INIFTA), CONICET - UNLP*
[4] *Instituto de Física, Facultad de Cs. Exactas, Universidad Nacional de La Plata*
[5] *Centro de Investigaciones Ópticas, CONICET La Plata - CIC-BA*
[6] *Centro Médico Láser, Instituto Médico Mater Dei, La Plata, Argentina*
[7] *Ministerio de Salud, Buenos Aires, Argentina*

Our present work is based on previous experiences that have been started in 1979 in the medical area where ionizing and optical radiations were employed, also by taking into account all the modern optics knowledge related with the development of surgeries, treatments and diagnostics.

Physicians, physicists, chemists, biochemists, biologists, veterinarians, engineers, dentists and other professionals, have participated and collaborated with us along the time. In the last two years we have found spectral similarities in the detection of cancer and infectious diseases of their natural and induced fluorescence. Specifically, in the few analyzed cases of DNA-HPV+ patients, we observed in all of their fluorescence spectra the same type of relevant peaks. We called this technical procedure Screening Óptico (ScOp®) (Part in English and part in Spanish) which is based on the observation of the excited fluorescence by lasers or LEDs emissions. The in-situ fluorescence analysis is related with biochemical and molecular changes in the tissues of patients. Then, by comparing the fluorescence spectra of healthy tissue and infected tissue we can infer that some HPV genotype is present. ScOp® makes comparative observations of the natural fluorescence spectra of a suspicious colposcopic area and its neighbour healthy area, allowing us to make a triage. So, the ScOp® study would be innovative in the field of gynecology, infectology, and oncology since it is a noninvasive diagnostic procedure which allows exploring tissues (skin and mucous membranes) several millimetres in depth. Then, the ScOp® as well as the colposcopy, produced the same results in terms of "lesion location". What is more, ScOp® will provide information about the active neoplastic process in situ. Finally, it should be mentioned that the diagnosis result by SCOP can be significantly enhanced by the administration of specific photosensitizers whose molecules will be introduced into neoplastic cells and produce a more intense fluorescent emission when they are illuminated by the same lasers or LEDs emissions. This procedure is called Photodynamic Diagnostic (PDD), which also allow us the alternative to introduce the Photodynamic Therapy (PDT) of HPV related lesions, as applies to tumours of the head and neck, lung, esophagus, bladder, etc.

## 326. Síntesis y Detección de Nanopartículas de Plata en Aplicaciones de Radiología

Mattea F[1],Vedelago J[2 3],Malano F[2 3],Geser F[2 4 3],Gomez C[1],Strumia M[1],Valente M[2 3 5]

[1] *Instituto de Investigación y Desarrollo de Ingeniería de Procesos y Química Aplicada de Córdoba, Argentina*

[2] *Instituto de Física Enrique Gaviola de Córdoba, CONICET-UNC*

[3] *Laboratorio de Investigación e Instrumentación en Física Aplicada a la Medicina e Imágenes de Rayos X, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina.*

[4] *Facultad de Matemática Astronomía y Física - Universidad Nacional de Córdoba*

[5] *Departamento de Ciencias Físicas - Universidad de La Frontera, Temuco, Chile*

El uso de nanopartículas (NPs) en medicina y radiología ha crecido notablemente en las últimas décadas[1,2]. La capacidad de sintetizar NPs de metales y óxidos de metales con características específicas de tamaño, distribución de tamaños y geometría, conjuntamente con la capacidad de combinar y modificar las mismas con moléculas orgánicas o biomateriales ha ampliado aún más su uso logrando aplicaciones reales y no sólo conceptos de investigación[3].

Con esta motivación, en este trabajo se estudió la capacidad que posee la tecnología de rayos X, comúnmente empleada en radiomedicina, para detectar la fluorescencia generada por NPs de plata (Ag-NPs). Para ello primero se sintetizaron Ag-NPs con tamaños conocidos y comprendidos entre 5 nm y 40 nm con forma esférica mediante una reducción térmica controlada por la formación de complejos entre los cationes de una sal de AgNO3 y los grupos funcionales -NH2 de una macromolécula como la gelatina de piel de cerdo. El uso de este material en aplicaciones de dosimetría y de radiología es habitual y lograr NPs de metales con una densidad electrónica

elevada en conjunto con estos materiales permite una mayor compatibilidad en las aplicaciones finales.

Una vez sintetizadas las Ag-NPs, se evaluó la capacidad de detectarlas en irradiaciones con haces de fotones de baja energía, donde un volumen dopado con este material fue irradiado con un haz proveniente de un núcleo de W filtrado con Zr y Al. Se evaluaron los espectros de fotones dispersados con un detector de Cd-Te y los cambios observados al variar la concentración de los productos de la reacción de síntesis de Ag-NPs y la profundidad del volumen conteniendo este material dentro de un fantoma de agua y polimetilmetacrilato. Los resultados indicaron un comportamiento lineal con respecto a la concentración de NPs con la capacidad de determinar concentraciones inferiores de hasta 0.05 M y exponencial decreciente con respecto al a profundidad del volumen dopado con Ag-NPs entre 1 y 15 mm de profundidad.

La herramienta y procedimientos desarrollados en este trabajo permiten conocer la relación entre la profundidad y concentración de NPs con la intensidad de los picos de fluorescencia en una aplicación de radiodiagnóstico o radioterapia.

[1] Sasidharan A, Monteiro-Riviere NA, WILEY Interdiscip Rev NANOBIOTECHNOLOGY (2015)
[2] Daraee H, Eatemadi A, Abbasi E, et al, Artif CELLS NANOMEDICINE Biotechnol (2016)
[3] Pedrosa P, Vinhas R, Fernandes A, Baptista P V, NANOMATERIALS (2015)

## 327. Verificación independiente y redundante del cálculo de dosis en braquiterapia HDR

Poma A L[1],Chesta M A[1 2],McDonnell D J[3]
[1] *Facultad de Matemática, Astronomía y Física, Universidad Nacional de Córdoba*
[2] *Instituto de Física Enrique Gaviola de Córdoba, CONICET-UNC*
[3] *Dpto. de Física Médica, Terapia Radiante Cumbres S.A.*

La braquiterapia de alta tasa de dosis (HDR-BT) emplea una fuente de radiación cilíndrica miniaturizada, encapsulada y emisora-$\gamma$ denominada semilla. Para irradiar al paciente, se utiliza un equipo de carga remota que permite el desplazamiento robótico de la semilla a lo largo del aplicador. El cálculo de las posiciones y tiempos de parada de la fuente se efectúa a partir de la planificación inversa que realiza el software de sistemas de planificación de tratamiento (TPS). Los TPS implementan en el cálculo de dosis el formalismo TG-43, desarrollado por el Task Group 43 de la Asociación Americana de Física Médica (AAPM) que permite calcular la tasa de dosis absorbida a partir del producto de funciones semi-empíricas que tienen en cuenta por separado los efectos de absorción y dispersión transversal a la fuente, las dimensiones y geometría de la semilla y la anisotropía en la distribución de dosis absorbida en agua debido al cable posicionador.

A su vez, los TPS utilizan funciones interpolantes paramétricas para ajustar los datos de consenso TG-43 determinados a partir de las publicaciones existentes sobre cálculos Monte Carlo (MC) de la dosis impartida en agua por semillas comerciales de HDR-BT. Debido a la discretización del espacio en el cálculo MC, los datos de consenso se publican a modo de grilla de valores y poseen una densidad suficiente para limitar la incertidumbre en los cálculos de dosis absorbida ($AD$) en el orden del $1\,\%$ en general. Durante la planificación inversa de un tratamiento típico, este proceso de evaluación de funciones se puede repetir $20$ o más veces hasta dar el valor de $AD$ en cada punto de interés en el espacio. Se trata por lo tanto de un procedimiento preciso

aunque indirecto de cálculo.

Adicionalmente, las dificultades para determinar la ubicación de la fuente y la presencia de elevados gradientes de dosis hacen que el cálculo de las distribuciones de dosis y su especificación (ya sea en un punto o volumen) sea menos preciso que en el caso de la teleterapia. Esto conlleva a que en la práctica de la HDR-BT habitualmente la ejecución del tratamiento difiera de lo planificado. Por ello, muchas veces es necesario realizar cálculos para determinar la intensidad de la fuente y para verificar los tiempos de tratamiento a partir de la distribución de las paradas de la fuente. Por lo tanto, el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) recomienda llevar a cabo un cálculo de verificación independiente en al menos un punto crítico o representativo de la planificación y verificar que las discrepancias entre una comprobación independiente y el cálculo de dosis de rutina no supere un $15\,\%$.

En este trabajo, proponemos un método de cálculo numérico de dosis para la verificación rutinaria de forma redundante e independiente al implementado por los TPS. El procedimiento propuesto está basado en cálculos numéricos de $AD$ en agua de alta resolución espacial, utilizando solamente primeros principios físicos del transporte de radiación y las características físico-geométricas de la semilla junto con la información de la posición y orientación relativas que ocupa la semilla en el aplicador. Para ello, se determina un tensor tasa de dosis absorbida **D** de alta densidad de datos para calcular, a partir de transformaciones geométricas, el elemento tensorial $D_{ijk}$ que corresponde a la tasa de dosis en la posición del espacio $\mathbf{r}(i,j,k)$ relativo a la fuente en cada parada a lo largo del aplicador.

Se ha evaluado el método propuesto y la comparación entre los resultados de ambos métodos: numérico (de este trabajo) y semi-empírico (de los TPS) han mostrado ser equivalentes en diversas situaciones de cálculo que van desde la dosimetría en agua de la semilla hasta configuraciones complejas de simetría no axial. Además, el procedimiento presentado en este trabajo posee similar precisión que el estándar basado en el formalismo TG-43 y la velocidad de cálculo lo hace potencialmente útil para la verificación en puntos de interés del cálculo de la dosis impartida por los TPS durante la práctica clínica.

# FLUIDOS Y PLASMAS

MIÉRCOLES 05 17:00 - 18:00 hs y JUEVES 06 14:30 - 18:00 hs. Block 1 y Block 2

## 328. Análisis del movimiento de partículas inerciales en flujos simples

Brabat M[1 2],DAngelo M V[3 2],Freytes M V[3 2],Cachile M[3 2]

[1] *ENSEIRB - MATMECA, Bordeaux, Francia*

[2] *Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ingeniería, Grupo de Medios Porosos, LIA*

[3] *CONICET*

Se realizó un estudio experimental del comportamiento de partículas transportadas en un flujo simple. Para ello se utilizaron pares de canales milimétricos con un ángulo de intersección de $0^\circ$,

y un segmento de comunicación entre canales, por los cuales se inyectan simultáneamente dos fluidos miscibles. Uno de los fluidos es una solución que contiene un colorante (trazador pasivo) y microesferas (trazador no pasivo) de flotabilidad neutra, y el otro es la misma solución, pero sin ningún tipo de trazador. Se utilizaron dos formas de inyección con el fin de estudiar su influencia en la distribución de las microesferas en los canales de salida. Los parámetros que se variaron son la longitud del segmento de comunicación y el número de Reynolds.

Se analizaron las trayectorias de las partículas, obteniéndose la distribución, las velocidades y la concentración de microesferas a la salida de cada canal en función de los parámetros estudiados, comparándose con resultados encontrados en trabajos previos en las mismas geometrías para dos fluidos miscibles.

## 329. Caracterización del dispositivo plasma focus PACO con distintas configuraciones de cátodo

Barbaglia M O[1],Milanese M[1],Bruzzone H[2],Acuña H[2],Giovachini R[1]

[1] *Instituto de Física Arroyo Seco (CIFICEN-CONICET), Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires*

[2] *Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad de Mar del Plata, Argentina*

Se presentan resultados obtenidos con el dispositivo plasma focus PACO (Plasma AutoCOnfinado) cuando se utilizan cátodos de distinto tamaño. El plasma focus PACO está instalado en el Laboratorio de Plasma de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Está compuesto de un banco de capacitores de 4 $\mu$F, tiene una inductancia parásita de 57 nH y un ánodo de cobre sin oxígeno de 40 mm de diámetro por 40 mm de longitud efectiva. La tensión de carga del banco de capacitores es 31kV resultando una energía total disponible de 2 kJ y una una corriente máxima de 250 kA. El aislante es de borosilicato de 15 mm de longitud y 50 mm de diámetro. La descarga, producida sobre los electrodos coaxiales, se realiza en una atmósfera de baja presión de deuterio (1,2 a 1,8 mbar). Se han medido emisiones neutrónicas de 2E8 por pulso. Dos de los cátodos explorados son de bronce y tienen longitudes de 37 mm y 50 mm con un diámetro de 75 mm. El otro cátodo es de cobre y tiene un diámetro de 67 mm y 71 mm de longitud. Las diagnósticas del equipo en este experimento consisten en la medicíon de la tensión en el ánodo a través del tiempo, la derivada de la corriente en el sistema y la producción de neutrones y rayos X duros, las dos últimas con un sistema centellador plástico - fototubo. Se realizan comparaciones entre la máxima tensión que se alcanza en el pinch y la producción neutrónica y la producción de rayos X.

## 330. Caracterización de recubrimientos bicapas Ti/TiN sobre aceros SAE 4140 crecidos con un arco catódico con implantación iónica

Quintana J P[1 2],Vega D[3],Aguirre A[4],Marquez A[1 2]

[1] *Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Departamento de Física, Buenos Aires, Argentina*

[2] *Universidad de Buenos Aires, Consejo Nacional de investigaciones Científicas y Técnicas, Instituto de Física del Plasma (INFIP), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Buenos Aires, Argentina*

[3] *Departamento de Física de Materia Condensada, GIyA, CNEA, CAC*

[4] *Grupo de Materiales y Nanotecnología, YPF Tecnología S.A.*

El desarrollo de tratamientos de superficies es un tema de gran interés en la investigación básica

y en el campo tecnológico, a través de ellos se busca mejorar las prestaciones de los materiales sin modificar sus características en volumen. Esto ha impulsado tanto la implementación de nuevas técnicas para el tratamiento de superficies como la búsqueda de nuevos materiales o nuevas estructuras de escala nanométrica. Las tecnologías de plasma destinadas al tratamiento de superficies han resultado muy atractivas para la obtención de recubrimientos con una amplia variedad de aplicaciones. En particular los arcos catódicos presentan una alta tasa de crecimiento que permiten obtener films compactos y con buena adhesión. El objetivo del presente trabajo fue la optimización y caracterización films delgados bicapa de Titanio/Nitruro de Titanio sobre sustratos de acero SAE 4140 crecidos empleando un arcos catódico. Se compararon las propiedades de los films obtenidos variando las temperaturas de los sustratos entre 300°C y 450°C durante el proceso de crecimiento y combinando el proceso con implantación iónica por inmersión en plasmas. Se evaluó la adhesión de los recubrimientos mediante técnicas de Scrach Test con carga fija y ensayos normados de Indentación Instrumentada Rockwell C. Además fue estudiada la microdureza del conjunto sustrato recubrimiento. Mediante XRD se identificaron las fases presentes en el sistema cristalino, la presencia de TiN y las dimensiones de la celda unidad. Además fue estimado el tamaño de cristalita debido al ensanchamiento de los picos y la presencia de macrotensiones característica de los arcos catódicos.

## 331. Deformación de filamentos semiflexibles en medios complejos

van der Velde G[1 2],DAngelo M V[1 3],Freytes M[1 3],Bruno L[2 3]

[1] *Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ingeniería, Grupo de Medios Porosos, LIA*

[2] *Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad de Buenos Aires*

[3] *CONICET*

En este trabajo se estudia la deformación de un filamento semiflexible inmerso en distintos fluidos cuando es sometido a una fuerza de compresión.

Se estudia la forma estacionaria del filamento para diversas magnitudes de la compresión aplicada, para distintos tipos de filamentos (distinto módulo de Young) y para diferentes propiedades del medio: puramente viscoso, puramente elástico y con comportamiento viscoelástico.

Se presenta la amplitud de la deformación del filamento en función de la compresión. Se estudia la dinámica de la relajación de la forma del filamento.

## 332. Desarrollo y caracterización de un generador de gotas milimétricas controladas en tamaño empleando excitación acústica

Blanco F[1],Perez Ipiña J M[1],Cobelli P[2]

[1] *Estudiante de Licenciatura en Ciencias Físicas en la Universidad de Buenos Aires*

[2] *Instituto de Física del Plasma, CONICET-UBA*

La coalescencia de una gota de líquido con un baño del mismo fluido puede inhibirse experimentalmente agitando en forma vertical este último más allá de una aceleración umbral [1]. Más aún, existen regímenes de vibración del baño en los cuales las gotas se trasladan horizontalmente sobre la superficie libre, autopropulsadas por las ondas localizadas que ellas mismas generan al rebotar. A estas gotas se las denomina comúnmente caminadoras (walkers, o walking droplets) [2-3]. Estudios experimentales recientes han mostrado que las propiedades dinámicas de la caminata de walking droplets resultan extremadamente sensibles a su tamaño [4-6]. Por esta razón, resulta necesario disponer de un método confiable que permita generar, en forma reproducible, gotas de un tamaño dado. Por esto, para el análisis cuantitativo de este fenómeno se diseñó,

construyó y caracterizó un dispositivo generador de gotas milimétricas de baja viscosidad (entre 20 y 50 cSt) on demand para el estudio cuantitativo de dicho fenómeno. El mismo se basa en la separación gravitatoria forzada de una gota del fluido debido a la vibración generada por un piezoeléctrico.

[1] Walker, J. (1978). Drops of liquid can be made to float on liquid - What enables them to do so Scientic American, 238(6):151.

[2] Couder, Y., Protiere, S., Fort, E., Boudaoud, A. (2005). Dynamical phenomena: walking and orbiting droplets. Nature, 437(7056):208.

[3] Couder, Y., Fort, E., Gautier, C.-H., Boudaoud, A. (2005). From bouncing to floating: Noncoalescence of drops on a fluid bath. Physical Review Letters, 94(17):177801.

[4] Protiere, S., Boudaoud, A., Couder, Y. (2006). Particle-wave association on a fluid interface. Journal of Fluid Mechanics, 554:85-108.

[5] Eddi, A., Sultan, E., Moukhtar, J., Fort, E., Rossi, M., Couder, Y. (2011). Information stored in Faraday waves: the origin of a path memory. Journal of Fluid Mechanics, 674:433-463.

[6] Abrevaya, G. (2016). Scattering caótico de gotas caminadoras: estudio experimental y simulación numérica. Tesis de Licenciatura en Cs. Físicas; DF, FCEN, UBA.

## 333. Difusión de Partículas Alfa en Plasmas Magnetizados

Clauser C F[1 2],Farengo R[1 3],García Martinez P[2 4]

[1] *Instituto Balseiro - Universidad Nacional de Cuyo*

[2] *Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas*

[3] *Comisión Nacional de Energía Atómica*

[4] *Universidad Nacional de Rio Negro*

Estudiamos la difusión de partículas alfa, en plasmas magnetizados, debida al cambio de carga por procesos atómicos (*Difusión inelástica*). En una primera instancia, hemos determinado qué procesos atómicos son relevantes [1]. Para un caso simple (campo magnético homogéneo), presentamos cálculos analíticos y numéricos [2,3] que muestran que los procesos atómicos inelásticos, que cambian de carga la las partículas alfas, pueden ser significativos e incrementar la difusión de estas partículas en la zona del pedestal y del borde del plasma. Para los cálculos numéricos, hemos desarrollado un código que se ejecuta en procesadores gráficos (GPUs) y utiliza un método Monte Carlo para incluir la interacción de las partículas alfa con las especies del plasma consideradas ($e, \mathrm{D}^+, \mathrm{D}^0, \mathrm{D}_2^0, \mathrm{He}^+, \mathrm{He}^0$). Además, mostramos que los gradientes en las densidades y temperaturas del plasma, originan un flujo de partículas hacia el interior del plasma [3]. Finalmente, estudiamos este fenómeno en un equilibrio 2D como el que será utilizado en el futuro reactor ITER [4]. En este caso mostramos cómo se modifica el flujo de partículas hacia las paredes del reactor y el divertor al considerar la difusión inelástica.

[1] https://www-amdis.iaea.org/ALADDIN/

[2] G. Fussmann, Contrib. Plasma Phys. 37, 363 (1997).

[3] C. F. Clauser and R. Farengo, Phys. Plasmas 22, 122502 (2015).

[4] http://www.iter.org/

## 334. Dispersión de bacterias en microcanales y medios porosos

Crepy A[1],Nguyen J[1],DAngelo M V[1 2 3],Douarche C[4],Auradou H[1]
[1] *Laboratorio FAST CNRS UMR 7608, Orsay, Francia*
[2] *Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ingeniería, Grupo de Medios Porosos, LIA*
[3] *CONICET*
[4] *Laboratoire de Physique des Solides, Universite Paris-Sud, CNRS, UMR8502, 91405 Orsay, France*

En este trabajo se estudia la dispersión de bacterias, E. Coli, en un medio poroso modelado. Se realizaron experiencias en microcanales de 500$\mu$m de ancho y alto 100$\mu$m, algunos de los cuales poseen obstáculos (del orden de 50$\mu$m) distribuidos de manera aleatoria en su interior. Durante las experiencias se focaliza la parte central del canal (campo de visión es de 30$\mu$m) con el fin de analizar la dispersión de bacterias sin ver la influencia de las paredes del microcanal.

Las experiencias se realizan para distintos caudales de inyección, entre 1/5 y 5 veces la velocidad de nado de las bacterias (10$\mu$m/s) y se realizan, como referencia, experiencias con bacterias muertas.

A partir del tratamiento de imágenes, se obtienen las trayectorias de las bacterias, obteniéndose, a partir de ellas, la velocidad instantánea y media de las bacterias. Se presentan estos resultados, junto con la distribución de velocidades, para el caso de bacterias vivas que se transportan en ausencia o presencia de obstáculos y se los compara con el caso de bacterias muertas.

## 335. Dispersión en un flujo oscilante

Roht Y L[1],Hulin J P[2],Chertcoff R[1],Salin D[2],Auradou H[2],Ippolito I[1 3]
[1] *Grupo de Medios Porosos, Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires*
[2] *FAST, Université Paris Sud 11, Orsay, Francia*
[3] *Investigador/a CONICET*

Se estudió experimentalmente el proceso de mezcla y dispersión hidrodinámica de un trazador pasivo en un flujo newtoniano oscilante dentro de celdas bidimensionales. En una primera instancia se trabajó con dos paredes lisas para tener una apertura constante, y luego con una que tenía una distribución aleatoria de obstáculos cilíndricos y la otra pared era lisa manteniendo la misma apertura efectiva.

Se construyó un dispositivo experimental que permitió desarrollar el flujo oscilante (sinusoidal) dentro de la celda pudiendo controlar tanto el período como la amplitud de la oscilación. Se realizaron experiencias en un rango de amplitudes de desplazamiento entre 2 - 40 mm; y para períodos de la oscilación entre 2 - 6000 seg. Inicialmente, la mitad de la celda se encuentra saturada con una solución newtoniana y la otra mitad con la misma solución con trazador pasivo, generándose de esta manera un perfil de concentración tipo escalón a lo largo de la celda. Durante las experiencias se registran las variaciones de concentración de trazador en todo punto de la celda y durante todo el tiempo de tránsito.

Para complementar el estudio en el caso la celda de paredes lisas, se realizó una simulación del tipo 'Monte Carlo' de forma tal de poder estudiar la distribución del trazador en el espesor de la misma.

Se encontraron diferentes regímenes de dispersión hidrodinámica del trazador y se puso en evidencia que el parámetro apropiado para definir cada uno de ellos es la relación entre el tiempo característico de difusión molecular $\tau_m$ a través del espesor de la celda y el período de la oscilación del flujo $T$.

## 336. Distribución controlada de gotas en redes de microcanales

Luengo J[1],Minazzoli C[1],Rosen M[1],DAngelo V[1 2],Freytes M[1 2],Cachile M[1 2]
[1] *Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ingeniería, Grupo de Medios Porosos, LIA*
[2] *CONICET*

Se analizó la distribución y segmentación de gotas en la intersección entre dos canales micrométricos que se cruzan con un ángulo controlado. Se estudió la influencia de los distintos parámetros: ángulo de cruce, volumen, frecuencia de las gotas y caudal. El caudal impuesto en el sistema utiliza un sistema de inyección basado en control de la presión de entrada. Los canales se fabricaron en PDMS, empleando los métodos habituales. Los canales fueron diseñados de tal forma que aguas abajo del cruce presenten impedancias diferentes y controladas, esto permitió estudiar su influencia en el mecanismo de elección de los caminos que siguen las gotas luego de su paso por el cruce. Se analizó, a su vez la evolución de las impedancias de salida a medida que las gotas atraviesan el cruce, en los diferentes casos: a) las gotas conservan forma y tamaño, b) las gotas se fraccionan, c) las gotas coalescen. Estos estudios permiten desarrollar métodos pasivos de conducción estratégica y distribución de gotas.

## 337. Eficiencia de mezclado en junturas X: estudio numérico y experimental

Correa P G[1],Gomba J M[1],Mac Intyre J R[1],Cachile M[2],Auradou H[3],Hulin J[3]
[1] *IFAS, Centro de Investigaciones en Física e Ingeniería del Centro de la Pcia. de Buenos Aires (CIFICEN), UNCPBA-CONICET-CICPBA, Tandil, Argentina.*
[2] *Grupo de Medios Porosos, Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires*
[3] *Lab. FAST, Univ Pierre et Marie Curie-Paris 6, Univ Paris-Sud, CNRS, Orsay, France*

En este trabajo se presentan resultados sobre el flujo de dos líquidos miscibles dentro de canales que se intersecan formando un ángulo (mezclador X). Se analiza en forma numérica y experimental el efecto del número de $Re$ en la eficiencia del mezclado. En los experimentos, la visualización de los líquidos se realiza mediante técnicas de transmisión de luz y de fluorescencia. Por otra parte, las simulaciones son llevadas a cabo mediante un código 3D en elementos finitos, que nos permiten trazar las líneas de corriente y con las cuales es posible caracterizar los flujos en canales de sección cuadrada o circular.

El estudio está centrado en flujos con $1 < Re < 70$, y un ángulo de cruce de 90°. El parámetro de eficiencia de mezclado se calcula para distintas posiciones a lo largo de un canal de salida. A medida que aumenta el $Re$ disminuye la eficiencia debido a que el proceso responsable de la mezcla es la difusión. Sin embargo, se encuentra que para $Re > 60$ el flujo deja de ser estacionario y la eficiencia de mezcla experimenta un aumento notable. Se analizan las oscilaciones que se observan para los $Re$ más elevados y se comparan con los resultados obtenidos en las simulaciones numéricas.

## 338. Energía de gotas de volumen finito

Mac Intyre J R[1],Perazzo C A[2],Gomba J M[1]
[1] *Instituto de Física Arroyo Seco (CIFICEN-CONICET), Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires*
[2] *Facultad de Ingeniería, Ciencias Exactas y Naturales - Universidad Favaloro*

El estudio de películas delgadas y gotas usualmente se enmarca en la aproximación de lubricación, la cual reduce la ecuación de Navier-Stokes a una sola ecuación que describe el perfil de alturas. El modelo incluye la interacción que tiene lugar entre el líquido y el sustrato por medio de una presión que representa la competición de London-van der Waals y fuerzas electrostáticas. Las formas estacionarias que adopta la superficie libre de un líquido depositado sobre un substrato plano en el caso de mojabilidad parcial queda sujeta a una expresión analítica con dos parámetros libres que describe a la familia completa de soluciones estacionarias. Esta familia consiste en cinco tipos de soluciones cualitativamente diferentes, una de las cuales representa a una gota montada sobre una película precursora de extensión finita. En el presente trabajo se estudia la energía de dicha gota en función de la cantidad de volumen involucrada para su formación.

## 339. Estabilidad de un apilamiento de granos huecos con núcleo móvil

Marino M[1],Piva M[1],Martino R G[2 1],Aguirre M A[2 1]
[1] *Universidad de BuenosAires, Facultad de Ingeniería, GMP-LIA, Buenos Aires, Argentina*
[2] *CONICET*

Por su importancia desde el punto de vista básico y de las aplicaciones, los mecanismos que gobiernan la estabilidad mecánica de un apilamiento de material granular ha recibido mucha atención desde diversas disciplinas. La estabilidad del apilamiento depende de diversos factores como el número de granos que lo constituye, la forma de los granos individuales, la distribución de tamaños, la estructura de la superficie, etc. Los estudios han abarcado tanto configuraciones 2D como 3D. En el presente trabajo se propone el análisis de la influencia de un factor poco estudiado como lo es la presencia de granos que exhiben un grado de libertad interno (centro de masa móvil). En tales sistemas el desplazamiento del centro de masa puede inducir un orden diferenciado respecto al asociado a la red de contactos intergranular. En este trabajo se presentan resultados experimentales relativos a la estabilidad de un apilamiento 2D, de 200 cilindros de acrílico hueco de 1cm de diámetro, que contienen en su interior un cilindro sólido de material pesado libre de rodar. El apilamiento está contenido en un tambor rotante de borde rugoso que puede girar a velocidad angular prefijada. La rotación produce sucesivas avalanchas cuya dinámica se registra por medio de una cámara CCD monocromo. Se determina la distribución de ángulos de estabilidad y reposo del apilamiento y se estudia la dinámica de la avalancha en términos de la masa de partículas puestas en juego, distribución de clusters de partículas ordenadas, etc. A los efectos de la comparación se presentan dos series experimentales correspondientes a cilindros con y sin partícula móvil. Complementariamente se presentan resultados correspondientes al comportamiento dinámico de un cilindro aislado que se mueve solo, en el tambor rotante.

## 340. Estabilidad de un vórtice de Rankine confinado con velocidad axial

González R[1]
[1] *Instituto del Desarrollo Humano - Universidad Nacional de General Sarmiento*

Se estudia la estabilidad de un vórtice de Rankine en un tubo infinito con velocidad axial en condiciones de continuidad de la velocidad azimual en la frontera rotacional irrotacional en funcion del numero de Rossby y del cociente entre el radio del núcleo vorticoso y el del tubo. Se observa la predominancia de estabilidad neutral para un amplio rango de variación de los parámetros, incluso con discontinuidad de la velocidad axial. Las perturbaciones resutan por lo tanto, ondas de Kelvin tipo Beltrami de autovalor nulo para el flujo irrotacional y no nulo para el rotacional, dependientes de las condiciones de frontera en el tubo y en la fase rotacional-irrotacional.

## 341. Estudio experimental de la generación controlada de gotas por ruptura de filamentos viscosos sometidos a estiramiento

Perez Ipiña J M[1],Blanco F[1],Cobelli P[2]
[1] *Estudiante de Licenciatura en Ciencias Físicas en la Universidad de Buenos Aires*
[2] *Instituto de Física del Plasma, CONICET-UBA*

En este trabajo se presenta un estudio experimental de la generación controlada de gotas que resultan del quiebre de filamentos viscosos sometidos a estiramiento. A fin de estudiar este problema, se diseñó un montaje experimental con una punta inicialmente sumergida en un baño, que al retirarse crea un filamento viscoso que se estira por el movimiento controlado de la punta. Dicho estiramiento conduce, en determinadas condiciones, a la ruptura del filamento puente, dando lugar a la formación de una o varias gotas. La ruptura del filamento y la formación de gotas fue registrada por medio de cámaras ultrarrápidas para luego ser analizadas en términos de la longitud máxima de filamento y el tamaño y numero de las gotas generadas por dicho proceso.

## 342. Estudio experimental del mojado y demojado en la ruptura de filamentos

Ravazzoli P[1],Cuellar I[1],González A[1],Diez J[1]
[1] *Instituto de Física Arroyo Seco (CIFICEN-CONICET), Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires*

En este trabajo se estudia la evolución de los procesos de mojado y demojado que ocurren en la ruptura de un filamento líquido depositado sobre un substrato horizontal. El líquido es aceite siliconado (PDMS) y el substrato es vidrio previamente recubierto por una solución fluorada que disminuye la energía de superficie del mismo, y provoca que el PDMS moje parcialmente el substrato. Mediante la captura lateral y desde arriba de imágenes del filamento es posible describir detalladamente la evolución temporal de la posición y el ángulo de contacto en el extremo que se retrae, así como también su perfil de altura y la forma de toda la línea de contacto. Se estudia el ciclo de histéresis del ángulo de contacto y su relación con la dinámica de los procesos de mojado y demojado. Los datos extraídos del estudio experimental del este ciclo son comparados con modelos de la retracción y ruptura del filamento basados en simulaciones numéricas de la ecuación de Navier-Stokes.

## 343. Estudio hidrodinámico del efecto de la formación de sólidos en el desarrollo de las Inestabilidades de Rayleigh Taylor

Binda L[1 2],Zalts A[2],El Hasi C[2],DONOFRIO A G[1 3]
[1] *Grupo de Medios Porosos, Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires*
[2] *Universidad Nacional de General Sarmiento*
[3] *CONICET*

En este trabajo se estudia el efecto de la formación de un precipitado en el desarrollo de inestabilidades causadas por la diferencia de densidad local debido a la disolución de CO2 en una solución acuosa. Se realizaron experimentos en los que el gas reacciona con los componentes de la solución produciendo BaCO3. Las partículas sólidas originan líneas de corriente descendentes adicionales a las producidas por la inestabilidad. El flujo se visualizó mediante la técnica de PIV. Se comparó el patrón de las inestabilidades con y sin precipitado. Se pudo determinar que la fuerza de arrastre de las líneas de corriente no era lo suficientemente fuerte como para causar un aumento de la zona de mezcla y, contrariamente a lo esperado, la zona de mezcla disminuye en gran medida. Proponemos que mientras que las líneas de corriente favorecerían el crecimiento de la zona de mezcla, esta es severamente disminuida porque parte del CO2 está dedicado a la formación del precipitados, disminuyendo el CO2 disponible para el desarrollo de la inestabilidad.

## 344. Estudio hidrodinámico del efecto de la formación de sólidos en el desarrollo de las Inestabilidades de Rayleigh Taylor

Binda L D[1 2],Zalts A[1],El Hasi C[1],DOnofrio A[2]
[1] *Instituto de Ciencias - Universidad Nacional de General Sarmiento*
[2] *Grupo de Medios Porosos, Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires*

En este trabajo se estudia el efecto de la formación de un precipitado en el desarrollo de inestabilidades causadas por la diferencia de densidad local debido a la disolución de CO2 en una solución acuosa. Se realizaron experimentos en los que el gas reacciona con los componentes de la solución produciendo BaCO3. Las partículas sólidas originan líneas de corriente descendentes adicionales a las producidas por la inestabilidad. El flujo se visualizó mediante la técnica de PIV. Se comparó el patrón de las inestabilidades con y sin precipitado. Se pudo determinar que la fuerza de arrastre de las líneas de corriente no era lo suficientemente fuerte como para causar un aumento de la zona de mezcla y, contrariamente a lo esperado, la zona de mezcla disminuye en gran medida. Proponemos que mientras que las líneas de corriente favorecerían el crecimiento de la zona de mezcla, esta es severamente disminuida porque parte del CO2 está dedicado a la formación del precipitado, disminuyendo el CO2 disponible para el desarrollo de la inestabilidad.

## 345. Estudio por espectrosocopia óptica de emisión del plasma de RF generado en descargas por magnetron sputtering.

Gomez B J A[1],Epeloa J[1],Rindizbacher H[1],Cruceno J[1]
[1] *Instituto de Física de Rosario, CONICET-UNR*

Se estudio mediante espectroscopía óptica de emisión un plasma generado por RF en descargas de magnetron sputtering utilizado para la generación de films delgados. El blanco utilizado fue un blanco construido de partes iguales de Ti Al con el objetivo de crecer films de compuesto ternario de AlTiN. En este trabajo se analizaron el comportamiento de diferentes líneas atómicas

de los metales del blanco y las de ciertos estados del gas de llenado de la cámara, Ar y N2. Se estudio la evolución de las líneas atómicas y bandas moleculares ante cambios en algunos parámetros de la descarga, potencia entregada, presión y mezcla de gases. Se analizaron las muestras obtenidas para las diferentes condiciones de tratamiento y se busco la correlación con la información obtenida por espectroscopía.

## 346. Fabricación de microcanales en silicio poroso mediante imbibición de un termoplástico focalizada por láser

Cencha L G[1],Budini N[1 2],Berli C L[3 4],Urteaga R[1 4]
[1] *Instituto de Física de Santa Fe - IFIS - CONICET*
[2] *Facultad de Ingeniería Química - Universidad Nacional del Litoral*
[3] *Instituto de Desarrollo Tecnológico para la Industria Química, CONICET-UNL*
[4] *Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas - Universidad Nacional del Litoral*

En la actualidad existe un gran interés por el desarrollo de materiales nanoestructurados que puedan utilizarse para la detección de diferentes agentes químicos y en especial de biomoléculas de interés clínico. Entre los materiales que son utilizados, el silicio poroso (SP) nanoestructurado ha ganado popularidad y atención en los últimos años debido a que los dispositivos fotónicos que se pueden preparar son muy variados dado la facilidad y precisión con que puede controlarse el perfil de porosidad y características morfológicas de las multicapas. Por otro lado, la tecnología de microfluidos trata de mejorar el rendimiento analítico mediante la reducción del consumo de reactivos, disminuyendo el tiempo de análisis, aumentando la fiabilidad, la sensibilidad analítica y reproducibilidad de resultados a través de la automatización e integración de múltiples procesos en un solo dispositivo. En este trabajo se construyeron microcanales sobre multicapas de silicio poroso que permiten la conducción de líquidos impulsados por fuerzas capilares en dirección transversal a la multicapa. La respuesta óptica de la multicapa a la presencia del fluido se utilizó para determinar la dinámica de llenado. Para sellar la estructura nanoporosa de las multicapas se utilizó un termoplástico transparente que se aplica en forma de film sobre la superficie. La delimitación de las paredes de los microcanales se realizó por calentamiento selectivo de la región de interés mediante la focalización de un láser de Argón. La multicapa de SP se montó sobre una plataforma con control en 3D y se ajustaron los parámetros de potencia del láser y velocidad de avance para optimizar la resolución espacial de los canales. Se obtuvieron microcanales con resolución espacial menor a los 100 $\mu m$ con los que se estudió la imbibición capilar de soluciones alcohólicas. La dinámica de llenado para diferentes geometrías se estudió mediante holografía digital y se comparó con un modelo fluidodinámico de llenado capilar en estructuras porosas de sección variable.

## 347. Fabricación de nano y microestructuras basadas en silicio poroso para aplicaciones en micro- y opto-fluídica

Cencha L[1],Martín-Palma R J[2],Urteaga R[1],Berli C[3]
[1] *Instituto de Física del Litoral (UNL-CONICET)*
[2] *Universidad Autónoma de Madrid*
[3] *Instituto de Desarrollo Tecnológico para la Industria Química, CONICET-UNL*

Los materiales porosos nano estructurados proporcionan funcionalidades atractivas para ser utilizados en estudios fundamentales, así como en nuevas aplicaciones como la detección biológica o química. Resulta de gran interés la combinación de técnicas microfluídicas con estos materiales

para combinar las ventajas de gran área superficial de los materiales porosos con las posibilidades existentes de microfabricación. Por este motivo se fabricaron microcanales de silicio poroso con el objetivo de estudiar la dinámica de llenado capilar dentro de estas membranas por técnicas optofluídicas. Una comprensión de la dinámica capilar en este tipo de canales permitiría el diseño de chips microfluídicos con funcionalidades más específicas, como puede ser el estudio de separación de componentes en espacios muy reducidos. En este trabajo se fabricaron muestras de SP mediante anodizado electroquímico sobre las que se delimitaron microcanales rectangulares con un láser IR. La zona de interés es el SP que queda entre dos líneas marcadas por el láser. Para lograr confinar un fluido a moverse dentro de esta matriz porosa fue necesario cubrir la superficie porosa sin rellenar los poros, con este fin se autosostuvieron las capas de SP sobre un sustrato de vidrio transparente (el cual permite la observación de un frente de avance líquido), luego se delimitaron los microcanales y finalmente se depositó una capa de aluminio en la otra superficie dejando una zona de SP libre que permita el ingreso de un fluido a la matriz porosa. Se presentan los resultados del método de fabricación de estas estructuras y de la aplicación de técnicas optofluídicas para la detección del frente de avance líquido. Además se analizan las curvas experimentales de posición de frente de avance líquido en función del tiempo y una comparación con distintos modelos fluidodinámicos.

## 348. Filamentos cruzados sobre un substrato horizontal

Cuellar Berrio I P[1],Ravazzoli P D[1],González A G[1],Diez J A[1]

[1] *Instituto de Física Arroyo Seco (CIFICEN-CONICET), Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires*

Se estudian experimentalmente la dinámica y las características finales de las estructuras formadas a partir de filamentos líquidos depositados sobre substratos horizontales en condición de mojabilidad parcial. Se consideran dos estructuras básicas, a saber: el cruce simple en ángulo recto de dos filamentos extensos, y el cruce múltiple entre dos filamentos paralelos entre sí, y otros dos que son a su vez perpendiculares a los primeros. De esta manera, se genera una estructura en cruz en el primer caso, y una estructura rectangular en el segundo. Como consecuencia de las rupturas que se producen en los cruces y a lo largo de los filamentos, se desarrollan gotas de diferente forma y tamaño en cada situación. La forma y tamaño final de la gota en los cruces es diferente de las que se forman a lo largo de los filamentos sin cruces cuyas características fueran estudiadas con anterioridad. Además, analizamos la importancia de las relaciones de aspecto (largo/ancho) de los filamentos cortos que se generan en los rectángulos, y el número de gotas al que da lugar su ruptura espontánea.

## 349. Flujo axisimétrico de gotas por efecto Marangoni

Mac Intyre J R[1],Gomba J M[1],Perazzo C A[2],Garrido González J M[3],López Villa A[3],Medina Ovando A[3]

[1] *Instituto de Física Arroyo Seco (CIFICEN-CONICET), Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires*

[2] *Facultad de Ingeniería, Ciencias Exactas y Naturales - Universidad Favaloro*

[3] *SEPI Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Azcapotzalco*

El control del flujo de gotas sobre superficies es un tópico de gran interés para una variedad de procesos tecnológicos. El mismo es llevado a cabo por medio de fuerzas de volumen, tales como fuerzas de gravedad o centrífugas, o esfuerzos de corte, los cuales involucra la aplicación de

gradientes térmicos, eléctricos, etc. En el presente trabajo se estudia la migración de gotas con simetría axial depositadas sobre un sustrato sólido calentado no homogéneamente. El gradiente térmico radial aplicado sobre el sustrato que sostiene al fluido genera un esfuerzo de corte en la interfaz líquido/gas (efecto Marangoni), generando un desbalance de fuerzas en el fluido provocando su desplazamiento. El presente estudio, enmarcado en la aproximación de lubricación, incluye un modelo para la interacción existente entre las moléculas de la superficie y el líquido (disjoining-conjoining pressure), el cual permite describir casos de mojabilidad parcial. Aquí un estudio paramétrico es implementado, donde el volumen inicial de fluido y el gradiente térmico son variados, y los resultados se comparan cualitativamente bien con los obtenidos experimentalmente.

## 350. Flujo capilar en medios porosos bidispersos

Elizalde E[1],Urteaga R[1],Berli C L A[2]
[1] *Instituto de Física del Litoral (UNL-CONICET)*
[2] *Instituto de Desarrollo Tecnológico para la Industria Química, (UNL-CONICET)*

La dinámica del llenado capilar de un medio poroso puede ser descrita mediante el modelo de Washburn[1] en el cual el medio puede asumirse como un conjunto de tubos paralelos de radio uniforme. Este modelo descrito hace un siglo atrás reproduce la ley de escala del avance del frente del líquido que se observa experimentalmente. Si se modifica este modelo considerando una distribución en el radio de los tubos, se predice un ensanchamiento del frente de líquido debido a que los tubos de mayor radio se llenan primero que los de menor radio. Por otro lado, la evidencia experimental muestra que este ensanchamiento del frente de avance se produce porque el líquido invade primero los canales más finos.[2]

Bico y Quéré [3] intentan explicar este desacuerdo considerando el caso simple de dos tubos interconectados de diferente radio. Al estar interconectados el líquido avanza primero por el tubo de menor radio demostrando cómo este modelo es capaz de describir la aparición de un frente precursor en el llenado capilar de un medio poroso. Sin embargo el modelo obtenido por estos autores se limita al caso donde el radio del tubo menor es mucho menor que el del tubo mayor.

En este trabajo desarrollamos un modelo analítico del llenado capilar de dos tubos interconectados para cualquier relación de radios y lo extendemos para el caso de medios porosos bidispersos. El modelo logra capturar la dinámica del frente y de su ensanchamiento. Además es capaz de describir la dinámica de avance del frente de líquido cuando se agota el reservorio. Este caso se estudia experimentalmente para la imbibición capilar de papel Whatman de cromtografía encontrando una buena correspondencia con lo predicho por el modelo.

[1] E. W. Washburn, Phys. Rev., 17, 273. (1921)
[2] E. N. de Azevedo et al., Phys. Rev. E 78, 066317 (2008)
[3] J. Bico y D. Quéré, Europhys. Lett., 61(3), 348 (2003)

## 351. Flujo en silos: dependencia de la velocidad de descarga con el ángulo de inclinación de salida

Villagrán Olivares C[1],Benito J G[1],Uñac R O[1],Vidales A M[1]
[1] *Instituto de Física Aplicada,CONICET-UNSL*

Se estudia experimentalmente la influencia del ángulo de inclinación de la tolva de un silo en la descarga de material granular de diferente forma y tamaño. En la industria alimentaria (entre otras) se utilizan silos de diferentes escalas para proveer granos en diversas etapas de producción.

Frecuentemente un mismo silo es pensado para distintas operaciones y su adaptabilidad (tamaño y forma de partícula, inclinación de tolva de salida, etc.) es de suma importancia. Para este fin, se monta un silo con paredes transparentes (acrílico) de geometría adecuada. Las paredes inferiores (base del silo) pueden inclinarse a fin de obtener distintas tolvas de descarga, es decir, diferentes ángulos de salida respecto de la vertical. Además, el sistema permite controlar el ancho de apertura de salida del mismo. Con este dispositivo se estudia cómo varía el flujo a medida que cambia el ángulo de inclinación de la tolva de salida y el ancho de salida para cada material granular. Se utilizan diferentes tipos de semillas, las cuales son previamente caracterizadas de manera adecuada (forma, tamaño, densidad aparente). Los resultados experimentales son comparados con las predicciones de la ecuación de Beverloo, comúnmente utilizada para la descripción de este tipo de problemas, permitiendo así precisar la validez de la misma.

## 352. Influencia de la viscosidad y la geometría en la formación de microgotas en junturas T

Minazzoli C[1],Luengo J[1],Rosen M[1],DAngelo V[1 2],Cachile M[1 2],Freytes M[1 2]
[1] *Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ingeniería, Grupo de Medios Porosos, LIA*
[2] *CONICET*

Se investigó la formación de gotas en dispositivos microfluídicos con juntura T. Se estudió el desarrollo de la inestabilidad que se desarrolla entre dos fluidos inmiscibles en el encuentro entre dos canales en la microescala, formando gotas de tamaño y frecuencia de producción controlados. A fin de analizar la influencia de los diferentes parámetros de control se varió la viscosidad y densidad de los fluidos utilizados. A su vez se modificó la geometría de los microcanales. Se analizaron canales de diferentes dimensiones. Se analizaron los tiempos de ruptura y la longitud de onda en función de los caudales de inyección de ambos fluidos. Para ello se registraron imágenes de la formación de las gotas mediante microscopía y analizamos la formación y ruptura del frente por tratamiento de imagen. En los casos que fue posible se estudiaron diferentes regímenes de formación y se analizó el mecanismo de ruptura, identificando los regímenes en los cuales el mecanismo es dominado por el número capilar y aquellos en los cuales el mecanismo es manejado por gradientes abruptos de presión.

## 353. Modelo Magnetohidrodinámico de la perturbación del electrojet ecuatorial durante el desarrollo de tormentas geomagnéticas para estaciones ubicadas en la Anomalia Magnetica del Atlantico Sur (AMAS)

Sallago P[1]
[1] *Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas - Universidad Nacional de La Plata*

Cuando una eyección de masa coronal alcanza a la órbita terrestre e interacciona con el medio magnetosférico, tiene lugar una tormenta geomagnética. El analisis comparativo de las perturbaciones que constituyen las tormentas geomagnéticas muestra un comportamiento complejo para el caso de los observatorios que se encuentran ubicados en el ecuador geomagnético debido a la contribución de la perturbación de la corriente ionosférica del electrojet ecuatorial (EEJ). Se analizan los casos de varias tormentas de distinta intensidad, que tuvieron lugar en los años 2013 a 2015, en los observatorios de Huancayo (HUA) y Addis Abbeba (AAE), ubicados en el ecuador geomagnético. Varios autores se han abocado al estudio de los efectos del EEJ, por ejemplo Obiekezie et al 2013 y Yamazaki, Y.y M. J. Kosch (2015)

Además, debe tenerse en consideración que la estacion geomagnetica HUA se encuentra en la region de la Anomalia Magnetica del Atlántico Sur (AMAS) que se caracteriza por ser una zona donde el campo geomagnetico es más débil. Varios autores han analizado los efectos del EEJ en el AMAS mediante el estudio de diversos parámetros físicos, por ejemplo Werneck De Carvalho et al 2015.

Se propone un modelo dentro de la aproximación magnetohidrodinámica para interpretar los efectos del EEJ en estaciones que se encuentran bajo la influencia del AMAS.

Abdu,M.A. I.S. Batista, A.J. Carrasco, C.G.M. Brum; Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics 67 (2005) 1643-1657

Obiekezie,T.N., S. C. Obiadazie, and G. A. Agbo; ISRN Geophysics, Vol. 2013, Article ID 909258,

http://dx.doi.org/10.1155/2013/909258

Werneck De Carvalho V. J. O., Hamza V. M., Benyosef L. C. C.; International Journal of Geophysics and Geochemistry. Vol. 2, No. 3, 2015, 68-79.

Yamazaki, Y., and M. J. Kosch (2015), Journal of Geophysical Research-Space Physics, 120, 2276-2287, doi:10.1002/2014JA020773.

## 354. Movimiento de burbujas en canales de geometría variable

Pavlov L A[1 2],Albarracín P[1],Cachile M A[1 2],DAngelo M V[1 2],Freytes M V[1 2],Ern P[3]

[1] *Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ingeniería, Grupo de Medios Porosos, LIA*

[2] *CONICET*

[3] *Institut de Mécanique des Fluides de Toulouse, Toulouse, Francia*

En este trabajo se estudia la interacción entre las burbujas y la estructura del medio por el que se transportan (canales de paredes de borde liso u ondulado), en función del tamaño de las mismas y de las características del fluido que las forma. En particular se estudia el movimiento en medios confinados que modelan medios porosos reales o sistemas orientados a aplicaciones industriales.

Se estudió el movimiento por flotabilidad de burbujas en una celda de Hele Shaw, de apertura H colocada verticalmente y saturada completamente con un líquido newtoniano, que en su interior posee un canal de ancho variable, W. Se analizó la influencia del tamaño relativo entre burbujas respecto del confinamiento lateral (tamaño de la burbuja respecto del ancho del canal) sobre la deformación, velocidad e inestabilidades en el movimiento de las mismas. Se estudió el campo de velocidades de la estela producida por las burbujas mediante técnicas de PIV. Se realizaron ensayos variando la geometría del canal, con el objeto de simular la rugosidad presente en medios naturales por un lado, y heterogeneidad en el flujo presente en medios naturales y sistemas industriales, por otro (por ejemplo variaciones del ancho del canal y/o presencia de obstáculos) analizando las mismas magnitudes y comportamientos que en el caso anterior.

## 355. Movimiento oscilatorio de un cilindro en geometría confinada

DAngelo M V[1 2],Hulin J P[3],Auradou H[3],Cachile M[1 2]

[1] *Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ingeniería, Grupo de Medios Porosos, LIA*

[2] *CONICET*

[3] *Laboratorio FAST CNRS UMR 7608, Orsay, Francia*

En este trabajo se presenta el estudio del movimiento de sedimentación de un cuerpo cilíndrico con varias longitudes L, en una celda de Hele Shaw vertical, en presencia de un fluido viscoso,

para un confinamiento fuerte (relación entre el diámetro D del cilindro y la apertura H de la celda, D/H=0,78). Para distintas longitudes del cilindro ($L \gg D$) se observa oscilaciones periódicas del ángulo del eje del cilindro con la horizontal y de la ubicación horizontal de su centro de gravedad. Mediante una cámara de alta resolución se adquieren imágenes que permiten determinar la velocidad de sedimentación, la frecuencia y la amplitud de las oscilaciones. Se analiza la velocidad de sedimentación y la frecuencia de las oscilaciones en función de distintos parámetros (relación L/W, viscosidad del fluido y densidad del cilindro). Para la frecuencia f, los valores del número de Strouhal St en función del número de Froude Fr muestran un excelente colapso para todas las variables analizadas: esto indica que f no depende de la viscosidad. Sin embargo, la velocidad de sedimentación depende tanto de la viscosidad como de la inercia.

## 356. Movimientos transversales observados en la Inestabilidad originada por Diferencia de Densidad debido a la presencia de una frontera física. Estudio experimental

Binda L[1 2],Sandler E[3],Fernandez D[1],Zalts A[4],El Hasi C[4],Donofrio A G[2 5]

[1] *Universidad Nacional de General Sarmiento*

[2] *Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas*

[3] *Facultad de Ingeniería - Universidad de Buenos Aires*

[4] *Instituto de Ciencias - Universidad Nacional de General Sarmiento*

[5] *Grupo de Medios Porosos, Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires*

Se estudió experimentalmente la aparición de movimientos transversales al desarrollo de la inestabilidad hidrodinámica de Rayleigh-Taylor observadas en la interfaz de separación entre dos fluidos en una celda de Hele-Shaw. Se encontró que los movimientos transversales se originan cuando existe una frontera física que uno de los fluidos no puede atravesar. Los movimientos transversales hallados pueden deberse a la presencia de soluciones de mayor densidad, las cuales no pueden ser atravesadas por soluciones de menor densidad, teniendo en cuenta efectos de flotabilidad o por existir un estado de agregación diferente a la fase líquida, por ejemplo, la presencia de una fase gaseosa. Se llevó a cabo el estudio experimental de la velocidad transversal y el número de onda de la inestabilidad en función del número de Rayleigh (Ra) para diferentes sistemas. Los sistemas estudiados fueron líquido - líquido y gas - líquido, con y sin frontera física limitante. En cuanto a los diferentes sistemas con frontera física utilizamos, para el sistema líquido - líquido, soluciones acuosas de ácido Clorhídrico (HCl) puestas en contacto con sal sódica de Verde de Bromocresol (NaBCG) y para el sistema gas - líquido, CO2 gaseoso en contacto con soluciones acuosas de hidróxido de sodio (NaOH), bicarbonato de sodio (NaHCO3) y sal de mesa (NaCl) a diferentes concentraciones. Por otro lado, para los estudios de sistemas sin frontera física, se utilizaron sistemas líquido - líquido tales como agua en contacto con soluciones acuosas de azúcar. Se encontró que las velocidades transversales ocurren únicamente en presencia de una frontera física entre los fluidos.

## 357. Optimización de un Propulsor de Plasma Pulsado para Satélites Pequeños

Olego Tiscornia J M[1],Pardo Pintos A J[1],Marquez A[1],Grondona D[1]

[1] *Universidad de Buenos Aires, Consejo Nacional de investigaciones Científicas y Técnicas, Instituto de Física del Plasma (INFIP), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Buenos Aires, Argentina*

La creciente demanda de un sistema de propulsión eficiente para ser empleado en una nueva

generación de satélites pequeños, de baja masa, que requiera baja potencia y de bajo costo, ha llevado a retomar el interés en el estudio de los PPT (Plasma Pulsed Thruster). El objetivo del trabajo es la optimización del diseño del sistema PPT desarrollado en el INFIP para aumentar el impulso cedido por descarga. El objetivo del trabajo es la optimización del diseño del sistema PPT desarrollado en el INFIP para aumentar el impulso cedido por descarga[1][2]. Han habido dos trabajos en los que se buscó dicha optimización, los cuales sentaron una base. En este, se reportarán los resultados obtenidos con una configuración trielectródica, que consiste en un electrodo central de Cobre cilíndrico que actuará de cátodo, y dos electrodos externos cilíndricos organizados de manera coaxial que actuarán de ánodos, también compuestos de Cobre. El electrodo central está separado del secundario por teflón dopado con carbono, y el secundario del terciario por teflón virgen. Como el teflón dopado es conductor y se busca que la corriente circule por la superficie frontal, se recubre al electrodo central de material termo-contraíble aislante. El circuito eléctrico de la descarga consta de un capacitor de 6,6 $\mu F$ que se carga a voltajes entre 600 y 1000V.

La inversión de cátodo y ánodo, en comparación a anteriores trabajos [1] [2], permite la exclusión de un circuito regulador que actúe como llave entre el segundo electrodo y tierra simplificando el sistema, adaptándolo a motores a un más pequeños.

Se probaron distintos diámetros del electrodo central, así como distintos valores en el dopaje de carbono del teflón, encontrándose que la más eficiente es aquella de diámetro $(3{,}5 \pm 0{,}1)$mm y dopaje del 15 $\%$. Esta configuración tiene una efectividad del $99{,}8\,\%$ en cuanto a la generación de una corriente entre el electrodo central y el electrodo externo, por cada descarga del banco de capacitores. Los valores máximos de corriente alcanzados fueron $\sim 850$ y se alcanzó un total de 25000 descargas.

Para comprobar la masa ablada se colocó una muestra de cobre en frente del jet de plasma, obteniendo una masa depositada de $(0{,}5 \pm 0{,}1)$mg.

En conclusión, se logró encontrar una configuración trielectródica que no sólo soporte un alto número de descargas, sino que también sea la configuración que genere un mayor valor de corriente, de manera tal de aprovechar al máximo la energía disponible.

[1] Biondi, Yanina; 'Optimización de un propulsor de plasma pulsado trielectródico para satélites pequeños.'; Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Departamento de Física, Laboratorio 6 y 7 - INFIP; Diciembre 2015.

[2]Roitberg, Esteban; 'Desarrollo de un propulsor de plasma pulsado para satélites pequeños', Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Departamento de Física, Laboratorio 6 y 7 - INFIP; 2013-2014.

## 358. Perturbación de partículas depositadas en una cama horizontal sujeta a vibración

Valenzuela Aracena K A[1],Benito J G[1],Oger L[2],Uñac R O[1],Ippolito I[3],Vidales A M[1]

[1] *Instituto de Física Aplicada,CONICET-UNSL*

[2] *Institut de Physique de Rennes, Université de Rennes, Francia*

[3] *Grupo de Medios Porosos, Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires*

El presente trabajo describe el estudio experimental y numérico del inicio del movimiento de partículas colocados sobre una superficie rugosa horizontal y sometidas a una vibración sinusoidal vertical. En los experimentos, esferas de vidrio o acero de un tamaño dado se depositan sobre una superficie rugosa construida con esferas de vidrio. Luego, el sistema se hace vibrar de forma

continua mediante una perturbación sinusoidal vertical con una amplitud y frecuencia dada. Se registra el valor crítico para la amplitud y frecuencia necesario para iniciar el movimiento de al menos la mitad de las partículas en la superficie. Se analiza el comportamiento del mismo en función del tamaño de las partículas y de la base rugosa. Por otro lado, se llevan a cabo simulaciones DEM (Discrete Element Method) del mismo sistema descripto arriba. Los resultados de los experimentos y simulaciones están en buen acuerdo, mostrando que las fuerzas que se incluyen en los cálculos numéricos son apropiadas para dar cuenta de los principales aspectos del problema. De acuerdo con los resultados encontrados para el rango de tamaños y materiales utilizados, el único parámetro significativo en el comportamiento encontrado es la relación de tamaño entre las esferas depositadas y el tamaño medio de la aspereza de la superficie.

## 359. Redistribución de partículas generadas por NBI por inestabilidades tipo diente de sierra

Ferrari H E[1 2],Farengo R[2]
[1] *CONICET*
[2] *Centro Atomico Bariloche - Comisión Nacional de Energía Atómica*

Estudiamos el efecto de las oscilaciones tipo diente de sierra en partículas generadas por inyección de haces neutros (NBI) en tokamaks de tamaño mediano. La oscilaciones tipo diente de sierra son modeladas como en [1], donde el campo magnético total se calcula como la suma del campo analítico de equilibrio en la aproximación de relación de aspecto grande y sección circular, más una perturbación tipo kink producida por los modos (1,1), (2,2) y (2,1). Los parámetros del equilibrio y del NBI fueron elegidos similares a los reportados por [2] para DIII-D. Encontramos que, de acuerdo a nuestro modelo, se necesita un minimo de estocasticidad para que las particulas pasantes se redistribuyan.

References
[1] Farengo, R et al., Plasma Phys. Control. Fusion 54 025007 (2012)
[2] Muscatello, C et al, Plasma Physics and Control. Fusion, 025006 (2012)

## 360. Regímenes de erosión alrededor de un penetrador en el lecho granular de un canal de laboratorio

García Ciani F[1],Martino R G[2 1],Piva M[1]
[1] *Universidad de BuenosAires, Facultad de Ingeniería, GMP-LIA, Buenos Aires, Argentina*
[2] *CONICET*

La penetración de un lecho granular (de un río, del océano, o el formado por el depósito sedimentario en tanques de almacenamiento de agua, lagos o lagunas de tratamiento de efluentes) por objetos rígidos o flexibles de gran tamaño, posee gran interés tanto desde el punto de vista básico como en las aplicaciones de la ingeniería. Como ejemplos relevantes podemos citar el dragado, el pilotado de estructuras sumergidas, la recuperación de sedimentos arrastrados por la corriente, o la inserción de las palas de arado o de motoniveladoras en trabajos en terrenos anegados. Desde el punto de vista básico, si bien mucho trabajo experimental y de modelado ha sido dedicado a la penetración de materiales granulares secos por impactores, sólo recientemente ha comenzado a estudiarse la facilitación del trabajo de penetración mediante la fluidización del lecho por aire o un líquido inyectados ad hoc. El presente trabajo presenta resultados experimentales relacionados con la introducción y la retracción de una cuchilla vertical en un lecho granular formado por microesferas de vidrio monodispersas, mientras un flujo de caudal constante de agua

circula en un canal de laboratorio. Los experimentos se realizaron barriendo sistemáticamente un amplio rango de velocidades de penetración y retracción de la cuchilla, así como de la profundidad máxima de penetración alcanzada y la velocidad media del flujo. Se describen los dos regímenes de erosión alrededor de la cuchilla, así como la existencia de una velocidad de penetración a partir de la cual el flujo pasante se bloquea.

## 361. Sobre el Modelado Numérico de un Proceso de Transferencia de Calor en 1D con Convección y Radiación

Umbricht G[1],Rubio D[2],Echarri R[3],El Hasi C D[4]

[1] *Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas*

[2] *Escuela de Ciencia y Tecnología - Universidad Nacional de San Martín*

[3] *Instituto del Desarrollo Humano - Universidad Nacional de General Sarmiento*

[4] *Instituto de Ciencias - Universidad Nacional de General Sarmiento*

En la resolución matemática de problemas de transmisión de calor se imponen, además de las condiciones de borde clásicas, conocidas como condiciones de primer tipo o condiciones Dirichlet y condiciones de segundo tipo o condiciones Neumann, condiciones mixtas. La condición de frontera de tipo Robin es un ejemplo de éstas. Este tipo de condiciones de borde son de fundamental importancia para la modelización de procesos tanto en la mecánica de fluidos como en procesos de transferencia de masa y transmisión de calor. En [1] analizamos la aplicación de la condición de Robin a un caso particular, estudiando en uno de los bordes el proceso de transferencia de calor por convección, justificamos desde el punto de vista físico las aproximaciones hechas para llevarla a cabo. En este trabajo extendemos la complejidad de la condición de Robin para que además de la transmisión de calor por convección se considere la disipación debido a la radiación, la proporción de este tipo de perdida de energía resulta mayor a medida que la temperatura en el borde aumenta y esto hace que este modelo ajuste mejor que el modelo presentado en [1]. En este trabajo estudiamos la transferencia de calor unidimensional a lo largo de una barra, compuesta por dos tramos consecutivos de materiales diferentes, de sección transversal uniforme. El problema se describe con la ecuación en derivadas parciales de propagación de calor. En uno de los extremos se aplica una condición de contorno fija, que corresponde a una fuente de calor definida, en el otro extremo se aplica una condición de frontera libre la cual representa la condición a estudiar donde se producen los fenómenos de convección y radiación.

[1]Umbricht, G F ; Rubio, D; Echarri, R M; El Hasi, C D; Análisis Físico de condición de borde tipo Robin en un problema de conducción de calor, P2116, Sesión de Posters 99ª Reunión Nacional de la Asociación Física Argentina. Tandil, Bs. As. 2014

## 362. Transporte de partículas Lagrangianas en turbulencia estratificada

Sujovolsky N E[1 2],Mininni P[1 2]

[1] *Instituto de Física de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales CONICET- Universidad de Buenos Aires*

[2] *Departamento de Fisica, FCEyN, UBA*

El fenómeno de la turbulencia es ubicuo en una gran variedad de flujos, desde flujos geofísicos y astrofísicos hasta flujos industriales. Una de sus principales características es la eficiencia para transportar y mezclar cantidades que son arrastradas por el fluido. En el caso particular de turbulencia estratificada, la comprensión de los mecanismos físicos involucrados es relevante, por ejemplo, para modelar correctamente el transporte de contaminantes en la atmósfera, la

suspensión de gotas en nubes, y la formación de granizo. En estos flujos la presencia de fuerzas restitutivas de empuje asociadas a la estratificación permite el desarrollo de ondas de gravedad, que interactúan entre si y con estructuras en el flujo, modificando la dinámica del fluido y, en particular las propiedades de transporte de la turbulencia. Dicha interacción es poco comprendida y motiva el objetivo particular de este trabajo: estudiar la evolución de partículas Lagrangianas en flujos estratificados con coexistencia de vórtices y ondas, con el fin de caracterizar las diferentes escalas temporales en las que los vórtices o las ondas dominan en el transporte y en la aceleración de las partículas. Realizamos simulaciones de turbulencia estratificada con una resolución espacial de 512x512x512 puntos de grilla y con 100.000 partículas Lagrangianas, variando la frecuencia de Brunt−Väisälä (correspondiente a la frecuencia de ondas de gravedad internas, y asociada al grado de estratificación del fluido), y la forma del forzado mecánico. Estudiamos el espectro de frecuencias Lagrangiano, y encontramos un espectro compatible con el de Garrett-Munk para la velocidad vertical de las partículas, con un máximo en la frecuencia de ondas de gravedad internas, también presentaremos resultados preliminares de estudio de mezclado de trazadores usando estadística de tiempos de espera.

## 363. Transporte de una fibra flexible a través de un arreglo de obstáculos ordenados.

Hernandez Saez C L[1],Saralegui S[1],Martino R[1 2],DAngelo M V[1 2]

[1] *Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ingeniería, Grupo de Medios Porosos, LIA*

[2] *CONICET*

Se realizaron experiencias de transporte de fibras flexibles a traves de un arreglos ordenado de obstáculos, variando sistemáticamente 2 parámetros que desempeñan un papel clave en el transporte de la fibra por el flujo y en su eventual deformación: su longitud y su confinamiento (relación entre el diámetro de la fibra y la apertura del medio en el que se encuentra, D/H). Se analizó también la influencia del módulo de elasticidad de la fibra, de la velocidad media del flujo y de la viscosidad del fluido utilizado. De esta manera se analizaron todos los parámetros relevantes para evaluar la fuerza viscosa que actúa sobre la fibra, responsable de su deformación (longitud, confinamiento, viscosidad y velocidad del flujo) y la fuerza elástica que se opone a dicha deformación (diámetro del cuerpo y módulo de Young).

Se cuantificó la correlación entre la estructura de las líneas de corriente del flujo y la dinámica de la fibra flexible que es transportada por el mismo a través del arreglo de obstáculos, observando que la geometría de las líneas de corriente (determinadas por el arreglo de obstáculos) juega un rol predominante sobre la velocidad y la deformación de la fibra durante su movimiento a través de los obstáculos.

## 364. Velocidad transversal observada en la Inestabilidad originada por Diferencia de Densidad debido a la presencia de una frontera física. Estudio numérico

Fernandez D M[1],Binda L[1 2],Sandler E[2],Zalts A[1],El Hasi C[1],DOnofrio A[2]

[1] *Instituto de Ciencias - Universidad Nacional de General Sarmiento*

[2] *Facultad de Ingeniería - Universidad de Buenos Aires*

Se estudió numéricamente la aparición de movimientos transversales durante el desarrollo de inestabilidades hidrodinámicas, del tipo Rayleigh Taylor, observadas en la interfaz de separación, entre dos fluidos reactivos, en experimentos de laboratorio llevados a cabo en una celda de Hele

Shaw. Se propuso un modelo compatible con los ensayos realizados, tanto para interfaces líquido líquido como gas líquido.

El programa desarrollado permite determinar las concentraciones de las soluciones, el perfil de densidad, el de velocidad del sistema. Se experimentó numéricamente con los parámetros relevantes de los ensayos: coeficientes de difusión, coeficientes de expansión volumétrica y concentraciones iniciales; y se verificó la compatibilidad entre los resultados numéricos y los experimentales.

Se analizó numéricamente la influencia del número de Rayleigh (Ra), para diferentes situaciones experimentales, en la frecuencia de las oscilaciones detectadas. Se encontró que el colapso de los dedos próximo a la interfaz de separación de las soluciones que originan la inestabilidad hidrodinámica es más notorio cuando aumenta el número de Ra.

De esta manera, se confirma que la velocidad transversal se origina cuando existe una frontera física que uno de los fluidos no puede atravesar. Ellas pueden deberse a la presencia de soluciones de mayor densidad las cuales no pueden ser atravesadas por soluciones de menor densidad, teniendo en cuenta efectos de flotabilidad o por existir un estado de agregación diferente a la fase líquida, por ejemplo la presencia de una fase gaseosa.

# MATERIA CONDENSADA II

## DIELÉCTRICOS Y FERROELÉCTRICOS

MIÉRCOLES 05 17:00 - 18:00 hs y JUEVES 06 14:30 - 18:00 hs. Block 1 y Block 2

### 365. Determinación de cargas atómicas para un modelo atomístico a partir de cálculos ab-initio.

Donnarumma P[1],Sepliarsky M[2]

[1] *Facultad de Ciencias Bioquímicas y Farmacéuticas - Universidad Nacional de Rosario*

[2] *Instituto de Física de Rosario, CONICET-UNR*

Los modelos utilizados para describir las propiedades de sólidos y moléculas se desarrollan principalmente en función de las características individuales de los átomos que los conforman y sus interacciones. Si bien el concepto de carga atómica es de fundamental relevancia para describir los fenómenos físicos y químicos que tienen lugar, no existe una definición única que permita asignar la carga que posee un átomo en un sólido o una molécula. En consecuencia, los modelos suelen adoptar la definición de carga atómica que mejor represente a un determinado conjunto de propiedades. Las cargas se suelen asignar en base a resultados experimentales, empleando criterios empíricos o mediante aproximaciones derivadas de cálculos mecánico cuánticos. El modelo de capas es un modelo atomístico clásico que ha contribuido exitosamente al entendimiento microscópico de óxidos, incluidos los compuestos ferroeléctricos. En el modelo, las cargas de cada átomo se determinan junto con el resto de los parámetros mediante un ajuste global. A los efectos de lograr una descripción más robusta y una metodología más eficiente de parametrizar el modelo, resulta esencial relacionar directamente las variables del modelo con propiedades atómicas básicas obtenidas de cálculos ab-initio. En este trabajo analizamos la factibilidad de emplear cargas de

Bader, Hirshfeld o Mulliken para describir el comportamiento de las perovskitas ferroeléctricas $BaTiO_3$, $PbTiO_3$ y $KNbO_3$.

### 366. Simulación Circuital Equivalente del efecto Magnetoeléctrico Directo e Inverso y análisis de producción de Entropía del sistema

Razzitte A[1],Ruiz M S[2]
[1] *Facultad de Ingeniería Universidad de Buenos Aires*
[2] *Facultad de Ingeniería - Universidad de Buenos Aires*

Los efectos magnetoeléctricos directo e inverso son procesos opuestos que se pueden modelar por medio de un circuito eléctrico diseñado ad-hoc. A partir de las ecuaciones constitutivas correspondientes a los efectos piezoeléctrico y magnetoestrictivo se obtienen las ecuaciones magneto-electrico-mecánicas y luego se construye un circuito equivalente simétrico que modela el acoplamiento mecano-eléctrico. Se analiza el efecto magnetoeléctrico directo e inverso mediante el circuito diseñado. Los resultados numéricos se comparan con los de sistemas multicapas formados por un material cerámico piezoeléctrico y un cerámico ferrimagnético presentando un buen ajuste en función del espesor y la frecuencia . Se analiza la frecuencia de resonancia del sistema. En el circuito propuesto se analiza la producción de entropía asociada a sus componentes pasivos y su posible correlación con parámetros intrínsecos de los materiales que lo componen. El modelo ayuda a la comprensión del efecto magnetoeléctrico en sistemas reales.

## DINÁMICA DE REDES Y ESTRUCTURA DEL SÓLIDO

MIÉRCOLES 05 17:00 - 18:00 hs y JUEVES 06 14:30 - 18:00 hs. Block 1 y Block 2

### 367. Predicción de los polimorfos de la glicina empleando Algoritmos Genéticos.

Pagola G I[1],Ferraro M B[1],Lund A M[2 3],Orendt A M[3],Facelli J C[3 4]
[1] *Depto. Física, FCEyN (UBA) - IFIBA - CONICET*
[2] *Department of Chemistry, University of Utah, Salt Lake City, USA*
[3] *Center for High Performance Computing, University of Utah, Salt Lake City, US*
[4] *Department of Biomedical Informatics, University of Utah, Salt Lake City, US*

Durante los últimos 15 años nuestro grupo trabaja en la predicción de estructuras cristalinas y la determinación de sus propiedades mediante el desarrollo y aplicación de un código propio denominado MGAC (Modified Genetic Algorithms for Crystals). Dicho código es capaz de efectuar búsquedas de estructuras plausibles, usando algoritmos genéticos distribuidos (GA), para cristales con moléculas que pueden adoptar diferentes conformaciones (flexibles). El código efectúa una minimización local de estas estructuras para cada grupo cristalográfico relevante, las clasifica según su energía y rescata las más relevantes.
La versión actual del MGAC emplea el código Quantum Espresso (QE) permitiendo efectuar las optimizaciones locales y los cálculos de las energías de los cristales candidato al nivel DFT-D (dispersion-corrected density functional theory).

En este trabajo se muestra la predicción de 3 de los polimorfos de la glicina, es decir la obtención de las correspondientes estructuras cristalinas de los polimorfos tomando como información inicial únicamente el diagrama de uniones químicas de la molécula aislada. Los polimorfos estudiados son $\alpha$-glycine, $\beta$-glycine y $\gamma$-glycine que pertenecen a grupos cristalográficos distintos, siendo estos $P2_{1/C}$, $P2_1$ y $P3_1$. Aplicando el MGAG y haciendo separadamente la correspondiente predicción para cada uno de estos grupos cristalográficos, en los 3 casos se ha obtenido que la estructura cristalina con la más baja energía es la que mejor ajusta a los datos experimentales del correspondiente polimorfo (con un RMS del orden de 0.2 para $\beta$-glycine y del orden de 0.09 para los otros 2 polimorfos).

## 368. Simulación de defectos microestructurales en Zr

Fernández J R[1 2 3]

[1] *Centro Atómico Constituyentes, Comisión Nacional de Energía Atómica*

[2] *Instituto de Tecnología Jorge A. Sabato - UNSAM*

[3] *CONICET*

El circonio es un metal que posee estructura hcp a temperaturas menores a 1136K y transforma alotrópicamente a bcc a temperaturas mayores hasta su fusión a 2128K. Su aleación con Nb se utiliza como componente estructural que contiene el material físil en reactores nucleares. Los defectos puntuales (vacancias e intersticiales) que se producen debido al bombardeo neutrónico aceleran la difusión, lo cual conduce a una variación en las dimensiones macroscópicas de estos componentes [1]. Dichos defectos también forman aglomerados que entorpecen el movimiento de las dislocaciones, modificando las propiedades mecánicas del material. En este sentido, el Zr es diferente de otros materiales hcp en cuanto a que el sistema preferido para el deslizamiento de las dislocaciones es sobre los planos prismáticos $1\bar{1}00$ en lugar de los planos compactos (0001).
La simulación a nivel atómico ayuda a clasificar y entender las interacciones que ocurren entre defectos y asiste a modelos mesoscópicos en la predicción de la vida útil de los componentes en base Zr [2].
En este trabajo se presenta un potencial interatómico del tipo MEAM adecuado para simular defectos microestructurales. En otra versión del mismo potencial ajustada en un trabajo anterior [3], la relación entre energías de falla de apilamiento no se corresponde con la que se encuentra a partir de cálculos por primeros principios ($\gamma_{(1\bar{1}00)}/\gamma_{(0001)}$ = 0.73-0.87[4]). En la construcción del potencial actual, se tiene en cuenta esta relación con el propósito de tener una buena descripción de las dislocaciones. Además, se ajustan las energías de formación de defectos puntuales, en particular, intentando reproducir el estado fundamental para el autointersticial. Se muestran resultados obtenidos a partir de las simulación de estos defectos, y se compara con cálculos de primeros principios de otros autores y la evidencia experimental disponible.

[1] V. Fidleris, J. Nucl. Mater. 159 (1988) 22

[2] J. R. Fernández, A. M. Monti, A. Sarce y N. Smetniansky-De Grande, J. Nucl. Mater. 210 (1994) 282.

[3] J. R. Fernández, 99a. Reunión Nacional de Física, Tandil, Septiembre de 2014.

[4] C. Domain, R. Besson y A. Legris, Acta Mater. 52 (2004) 1495 ; Y. Udagawa, M. Yamaguchi, H. Abe, N. Sekimura y T. Fuketa, Acta Mater. 58 (2010) 3927.

# ESTRUCTURA ELECTRÓNICA Y SISTEMAS FUERTEMENTE CORRELACIONADOS

MIÉRCOLES 05 17:00 - 18:00 hs y JUEVES 06 14:30 - 18:00 hs. Block 1 y Block 2

## 369. Estado fundamental de sistemas de tres gases bidimensionales de electrones acoplados en ausencia de campo magnético

Miravet D[1],Proetto C[1 2],Bolcatto P[3 4]

[1] *Centro Atomico Bariloche - Comisión Nacional de Energía Atómica*

[2] *Instituto Balseiro - Universidad Nacional de Cuyo*

[3] *Instituto de Física del Litoral (CONICET-UNL)*

[4] *Facultad de Humanidades y Ciencias - Universidad Nacional del Litoral*

Utilizando una aproximación Hartree−Fock se determinó la configuración del estado fundamental electrónico de tres gases de electrones bidimensionales (2DEG) en ausencia de campo magnético. Los 2DEG están acoplados coulombianamente y los electrones pueden transferirse entre capas vecinas vía acoplamiento directo (tunneling). En el límite de pequeñas separaciones entre capas, la contribución a la energía debida al tunneling se vuelve dominante mientras que para separaciones grandes la física se rige por la energía electrostática de Hartree. La transición entre los dos regímenes se corre hacia separaciones entre capas más grandes cuando la densidad bidimensional total de los 2DEG decrece. La energía de intercambio entre capas estabiliza una configuración balanceada donde los tres 2DEG están igualmente ocupados. La mayoría de los experimentos se realizan en la proximidad de esta configuración balanceada. Las diferentes configuraciones del estado fundamental son consecuencia de un delicado interjuego entre tunneling y la interacción de intercambio entre subbandas.

## 370. Estructura electrónica de grafito intercalado con Li estudiada por medio de dispersión inelástica de rayos X

Stutz G E[1 2],Otero M[3 2],Ceppi S[1 2],Robledo C[3 4],Barraco D[1 2],Leiva E[3 4]

[1] *Facultad de Matemática Astronomía y Física - Universidad Nacional de Córdoba*

[2] *Instituto de Física Enrique Gaviola (CONICET-UNC)*

[3] *Facultad de Ciencias Químicas - Universidad Nacional de Córdoba*

[4] *Instituto de Investigaciones Físico-Químicas de Córdoba, CONICET-UNC*

Grafito, el arquetipo de estructura estratificada, ha sido motivo de numerosos estudios, tanto teóricos como experimentales, en su estado intercalado con metales alcalinos. En particular, el grafito intercalado con litio ha despertado un renovado interés debido a su relevancia en la tecnología actual de baterías recargables de ion litio. La caracterización de la estructura electrónica y química de materiales activos en baterías de litio es de fundamental importancia a fin de optimizarlas o proponer mejoras en su fabricación.

La espectroscopía por dispersión inelástica de rayos X duros (IXS) provee información sobre excitaciones electrónicas, tanto desde el nivel de valencia como de coraza. En este último régimen de excitaciones, IXS provee información similar a las técnicas convencionales de absorción en el rango de rayos X blandos o UV y, por lo tanto, ofrece la posibilidad de investigar estados electrónicos desocupados en materiales compuestos por elementos de bajo número atómico. La

característica única de IXS es la de utilizar rayos X duros, permitiendo obtener auténtica información de volumen, evitar efectos espurios originados por contaminación superficial de la muestra y posibilitar estudios en diferentes entornos de la muestra, como por ejemplo en celdas para estudios in situ.

En este trabajo se presentarán resultados de mediciones de IXS realizadas en el Laboratorio Nacional de Luz de Sincrotrón (Brasil) en muestras de grafito intercalado con litio en primera y segunda etapa de intercalación. Se discutirán los cambios observados en las estructuras espectrales en términos de modificaciones en la estructura electróncia del grafito debido a la presencia del litio intercalado, como también en la del átomo de Li. La interpretación de los datos experimentales se complementa con cálculos DFT de la densidad de estados y de espectros de absorción. Los resultados experimentales revelan consecuencias del efecto de transferencia de carga desde el nivel 2s del Li hacia las bandas $\pi$ desocupadas del grafito.

## 371. Gradiente de campo eléctrico en metales y aisladores. Determinación de la barra de error en cálculos DFT

Errico L[1 2],Lejaeghere K[3],Mishra S[4],Fernandez V[1],Melo Quintero J[1],Gil Rebaza A[1],Darriba G[1],Cottenier S[3 5]

[1] *Departamento de Física e Instituto de Física La Plata (IFLP, CCT La Plata, CONICET-UNLP), Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Plata, CC 67, 1900 La Plata, Argentina*

[2] *Universidad Nacional del Noroeste de la Pcia. de Bueno Aires(UNNOBA), Monteagudo 2772, (2700) Pergamino, Argentina*

[3] *Center for Molecular Modeling, Ghent University, Technologiepark 903, BE-9052 Zwijnaarde, Belgium*

[4] *Tata Institute of Fundamental Research, Homi Bhabha road, Mumbai-400005, India*

[5] *Department for Materials Science and Engineering, Ghent University, Technologiepark 903, BE-9052 Zwijnaarde, Belgium*

En la actualidad, la Teoría de la Funcional de Densidad (DFT) es el método más popular para predecir. a partir de primeros principios, diversas propiedades de materiales. Aunque DFT es en principio un método exacto, las implementaciones prácticas de la teoría requieren aproximaciones que limitan la concordancia entre teoría y experimento. Durante varias décadas, la falta de recursos informáticos obligó a la comunidad de usuarios DFT a estar satisfecho con una evaluación cruda de esta barra de error. En el mejor de los casos, esto dio lugar a frases como: es bien sabido que la funcional LDA subestima el volumen de equilibrio de cristales en un pequeño porcentaje. Para propiedades más específicas, tales como el gradiente de campo eléctrico (GCE), la información de la barra de error es esencialmente desconocida.

Nos ocupamos aquí de la determinación de la barra de error para el caso del tensor GCE en cálculos DFT. Al emplear al GCE como herramienta para para interpretar los datos experimentales complejos, es obviamente importante saber qué tan grande puede ser la barra de error en los valores calculados. Presentamos entonces resultados de cálculos del tensor GCE basados en DFT obtenidos en diferentes isótopos utilizados rutinariamente en estudios experimentales del GCE y para el que se conoce el momento cuadrupolar nuclear del estado sensitivo con certeza. Para cada isótopo, se realizaron cálculos en diferentes cristales-huéspedes para los cuales los parámetros estructurales son lo suficientemente precisos y valores del tensor GCE están disponibles en la literatura. Se buscó además tener como muestra un conjunto de sistemas metálicos y aisladores, tratando que las magnitudes del GCE cubran uniformemente toda la ventana de valores usualmente observados. Para los cálculos se emplearon el método APW + Lo (código WIEN2k) y el método GIPAW (código QuantumEspresso). Sobre la base de estos datos, se responderá a

las siguientes preguntas: ¿Qué tan cercanas al valor experimental son las predicciones DFT para el tensor GCE? (exactitud) y qué tan bueno es el acuerdo entre predicciones para el GCE por dos implementaciones diferentes de DFT? (Precisión de los códigos).

## 372. Parametrización del Potencial de Intercambio TB-mBJ dentro del marco de la Teoría de la Funcional Densidad

Gil Rebaza A V[1 2],Mudarra Navarro A M[1],Errico L[1 3],Peltzer y Blancá E L[2]

[1] *Departamento de Física e Instituto de Física La Plata (IFLP, CCT La Plata, CONICET-UNLP), Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Plata, CC 67, 1900 La Plata, Argentina*

[2] *Grupo de Estudio de Materiales y Dispositivos Electrónicos, Dpto. de Electrotecnia, Fac. de Ingeniería, UNLP*

[3] *Universidad Nacional del Noroeste de la Pcia. de Bueno Aires(UNNOBA), Monteagudo 2772, (2700) Pergamino, Argentina*

La Teoría de la Funcional Densidad (DFT) es ampliamente usada en el ámbito de la materia condensada debido a su potencialidad para determinar y/o predecir diferentes propiedades de materiales. Estos cálculos han tenido un gran éxito para la predicción y comprensión de diferentes propiedades estructurales, electrónicas y magnéticas de los sólidos. Sin embargo, las aproximaciones usualmente empleadas (LSDA y GGA) son insuficientes en muchos casos y varias deficiencias aparecen. Una de ellas es la subestimación del *band-gap* de semiconductores. De hecho, uno de los mayores desafíos de la DFT es predecir correctamente el *band-gap* de sistemas semiconductores, para lo cual han sido propuestas diferentes aproximaciones que van "mas allá"de las aproximaciones (semi)locales LDA y GGA, tales como DFT+U, metaGGA, funcionales híbridas, aproximación GW, etc, pero con el inconveniente que son computacionalmente demandantes. Una alternativa que compensa la precisión de los resultados y la demanda de recursos computacionales, es el uso del Potencial de intercambio de Becke-Johnson (BJ) modificado por Tran-Blaha (TB-mBJ).

En el presente trabajo analizaremos brevemente las diferentes parametrizaciones del potencial TB-mBJ, realizadas a partir de la comparación con datos experimentales del *band-gap* de una serie diferentes compuestos semiconductores. Luego, presentamos los resultados calculados del *band-gap* de los compuestos semiconductores $Sn_{1-x}Ti_xO_2$ en función de *x*, considerando las diferentes parametrizaciones del potencial de TB-mBJ propuestas. Los resultados obtenidos difieren aún de los valores experimentales reportados, lo cual nos conlleva a proponer una nueva parametrización del potencial de TB-mBJ que depende básicamente de la cantidad de electrones 3d-Ti presente en el sistema de estudio. Los cálculos *ab-initio* considerando el potencial TB-mBJ, han sido realizados en el contexto del método FP-LAPW implementado en el código Wien2k. Además, los valores obtenidos del *band-gap* en función de *x*, han sido comparados con cálculos *band-gap* que se ha realizado usando el método de Pseudopotenciales y la funcional híbrida HSE06 implementado en el código Quantum-Espresso y además con diferentes datos experimentales obtenidos de la bibliografía.

## 373. Técnicas de avanzada para el cálculo de funciones espectrales de modelos para sistemas correlacionados

Hallberg K A[1 2],Núñez Fernández Y[1 3 2]
[1] *Instituto Balseiro - Universidad Nacional de Cuyo*
[2] *Centro Atómico Bariloche - CONICET, Comisión Nacional de Energía Atómica*
[3] *Centro Atomico Bariloche - Comisión Nacional de Energía Atómica*

La investigación de materiales con fuertes correlaciones electrónicas, debido a interacciones en los orbitales localizados ha generado muchísimo interés en los últimos años. Esto se debe a sus propiedades fascinantes como la superconductividad de alta temperatura crítica, la magnetorresistencia colosal o el comportamiento de fermiones pesados, adicionalmente a su sensibilidad a campos externos, lo cual los hacen atractivos desde el punto de vista de las aplicaciones.

A pesar del gran éxito de métodos basados en primeros principios cono la Teoría de la Funcional de la Densidad (DFT), para el cálculo de la estructura electrónica para sistemas débilmente interactuantes, hay problemas fundamentales que aparecen cuando se tienen en cuenta los orbitales más localizados tipo f o d, para los cuales es importante considerar con más detalle las correlaciones electrónicas.

El desarrollo de la teoría de campo medio dinámico (DMFT) fue un gran avance para el cálculo de la estructura electrónica de estos materiales interactuantes. Un paso fundamental de esta técnica es la solución numérica de una impureza correlacionada, que debe ser realizada usando métodos confiables.

En este trabajo resumiremos los avances más recientes en estos métodos, incluyendo el basado en el grupo de renormalización con matriz densidad (DMRG), que resulta ser el más apropiado para el cálculo de respuesta dinámica sobre el eje de energías reales.

## 374. Transición de fase cuántica topológica en aislantes de Kondo con correlación fuerte en una dimensión

Lisandrini F T[1],Lobos A M[1],Dobry A O[1],Gazza C J[1]
[1] *Instituto de Física de Rosario, CONICET-UNR*

Haciendo uso de un análisis de teoría de campo junto a resultados obtenidos por el método de grupo de renormalización de la matriz densidad (DMRG), hemos estudiado un modelo teórico de sistemas con fuerte correlación electrónica en una dimensión que presenta una fase topológicamente ordenda de Haldane.

El modelo acopla una cadena de Heisenberg de spin-1/2, a una cadena tight-binding con interacciones de intercambio de Kondo de distinto tipo que compiten: un acoplamiento tipo "$s$-wave" ($J_K^s$) y uno menos común tipo "$p$-wave" ($J_K^p$). El primer tipo de acoplamiento es la interacción de Kondo típica estudiada en sistemas de materia condensada. El segundo, fue introducido recientemente por Alexandrov and Coleman [Phys. Rev. B **90**, 115147 (2014)] como un posible mecanismo que conduzca a un estado fundamental con las características de un aislante topológico de Kondo en una dimensión. La competencia entre acoplamientos, produce una transición de fase cuántica topológica (TQPT por sus siglas en inglés) en el sistema. Dicha transición ocurre para un valor crítico del cociente $J_K^s/J_K^p$, separando una fase topológica (Fase de Haldane) de un estado fundamental topológicamente trivial donde el sistema puede ser descripto por un producto de singletes locales. Estudiamos y caracterizamos la TQPT por medio del valor de magnetización a lo largo de la cadena, la entropía de entrelazamiento y el espectro de entrelazamiento completo del estado fundamental.

Nuestros resultados pueden ser relevantes para entender como fases topológicamente ordenadas de fermiones emergen en sistemas cuánticos con interacciones fuertes.

# FÍSICA EN LA NANOESCALA

MIÉRCOLES 05 17:00 - 18:00 hs y JUEVES 06 14:30 - 18:00 hs. Block 1 y Block 2

## 375. Adsorción y Oxidación de Monóxido de Carbono en una lámina de $\beta$-Grafino. Estudio Teórico.

Villagrán López C[1],Carrión S M[1],López M B[1]

[1] *Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad Nacional de Catamarca*

La presencia de CO en el ánodo de una celda de combustible tipo PEM (Proton Exchange Membrane Fuel Cells) constituye un inconveniente en el desarrollo y posterior funcionamiento del dispositivo debido a la rápida pérdida de actividad (envenenamiento) del catalizador, generalmente platino, debido a la fuerte adsorción de CO sobre la superficie, lo que inhabilita los sitios activos ocasionando un descenso de la eficiencia catalítica[1]. Una solución a este problema es utilizar catalizadores alternativos libres de platino con una mayor tolerancia al CO por su remoción por oxidación a CO2[2,3]. En este trabajo se presenta un estudio, basado en la Teoría del Funcional de la Densidad (DFT), de la adsorción y oxidación de CO sobre un catalizador libre de platino constituido por una lámina de grafino. El Grafino es un nuevo alótropo del carbono, su estructura es bidimensional y está constituido por una monocapa de átomos de carbono con hibridación sp-sp2. Dependiendo de las diferentes formas de insertar el triple enlace carbono-carbono se puede distinguir tres tipos de Grafino: alfa, beta y gamma Grafino. Se ha estudiado las propiedades estructurales, energéticas, electrónicas y reactividad química frente a la adsorción y oxidación de monóxido de carbono de una lámina de $\beta$-Grafino. Los cálculos fueron realizados usando DFT y se utilizó el funcional B3LYP, la base 6-31 G para los átomos de carbono y oxígeno. Todos los cálculos se realizaron según el formalismo del programa Gaussian09. Nuestros resultados fueron comparados con los de una lámina de Grafeno y concluimos que la energía de adsorción de CO es menor en $\beta$-Grafino que en Grafeno, en consecuencia presenta una mayor tolerancia frente al CO.

## 376. Aplicación de dinámica molecular al estudio del efecto de confinamiento de una suspensión de nanopartículas

Paredes C[1],Gúzman R[1]

[1] *Departamento de Ciencias Físicas - Universidad de La Frontera, Temuco, Chile*

En este trabajo se presenta el procedimiento computacional llevado a cabo para estudiar el comportamiento de una suspensión de nanopartículas entre dos muros explícitos y termalizados. El modelo de muros utilizado permite incorporar vibraciones térmicas e inducir un gradiente de temperatura en la suspensión[1]. Para estudiar adecuadamente la dinámica de este tipo de sistemas, se utilizó el enfoque microscópico de potenciales interacción integrados[2]. La implementación computacional se realizó con ayuda del simulador de dinámica molecular clásica LAMMPS[3]. A

partir de las simulaciones realizadas se pudo determinar que, bajo la presencia de un gradiente de temperatura, la interacción nanopartícula-muro fue determinante en la forma del perfil de densidad obtenido. Por otro lado, la rigidez de los muros solo presento influencia en el caso de interacciones nanopartículas-muro débiles y muros a igual temperatura. Para estudiar este sistema se utilizaron 80 nanopartículas, 68670 átomos de solvente y 28075 átomos en los muros.

**Referencias**

1. M. Frank. Microfluid Nanofluid, 19 (2015) 1011-1017.
2. Pieter J. in et Veld. Comp Phys Comm 179 (2008) 320-329.
3. S. Plimpton. J Comp Phys, 117 (1995) 1-19.

## 377. Cálculo de Transporte Electrónico en Escala Nanométrica en Sistemas Cu-AlF3-Cu y Cu-AlF3-W

Navarro Sánchez J L[1],Albanesi E A[1 2]
[1] *Instituto de Física del Litoral (CONICET-UNL)*
[2] *Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional de Entre Ríos*

El transporte electrónico a través de dispositivos moleculares o atómicos en escala nanométrica difiere significativamente del transporte a través de estructuras en escala macroscópica. En este trabajo se diseñaron diferentes sistemas compuestos por un sustrato de Cu, una molécula de AlF3 y un electrodo de Cu o W que poseen diferentes geometrías con forma de placa, terminada en punta, o cadena de átomos. Estas geometrías modelan sistemas donde la molécula de AlF3 se encuentra en medio de dos electrodos sometidos a un voltaje externo, y sobre los cuales se obteniedo los valores de corriente correspondientes, manteniendo la distancia entre la molécula y la punta de medición (el electrodo derecho) fija. Teniendo en cuenta que se trata de sistemas fuera del equilibrio, los cálculos computacionales se realizaron en el marco de la teoría de la funcional densidad (DFT), combinada con funciones de Green de no equilibrio (NEGF). Se presentan las curvas I-V y la transmitancia obtenidas en los sistemas propuestos, analizando los cambios en la transmisión de corriente producidos al tener varios tipos de electrodos (Cu o W), y con diferentes geometrías.

## 378. Cálculos de primeros principios de nanocintas de Estanene.

Hernández-Nieves A D[1 2],Rivera-Julio J[1 2]
[1] *Instituto Balseiro - Universidad Nacional de Cuyo*
[2] *Centro Atomico Bariloche - Comisión Nacional de Energía Atómica*

El Estanene y Estanene Fluorado son materiales bidimensionales de espesor atómico que han despertado un gran interés recientemente a partir de la obtención experimental del Estanene.[1] En el presente trabajo estudiamos las propiedades electrónicas y magnéticas de nanocintas de Estanene y Estanene Fluorado utilizando cálculos de primeros principios basados en la Teoría de Funcional Densidad (DFT). Encontramos que las nanocintas de Estanene son metálicas mientras que las de Estanene Fluorado son semiconductoras con un gap de 260 meV. La nanocinta mixta formada por una nanocinta de Estanene en contacto con una de Estanene Fluorado es semiconductora con un gap de energía de 50 meV. Además estudiamos el efecto del acoplamiento espín-órbita en las propiedades de las nanocintas.

[1] F. Zhu et al., Nature Materials 14, 1020 (2015).

## 379. Caracterización de los Nanohorns de Grafeno como Contenedores de Gas de Hidrógeno

Crespo E[1],Bringa E[2],Braschi F[3],Gonzalez J[1],Vidal E[1],Nuñez L[1],Mendez E[3]
[1] *Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Neuquén*
[2] *Facultad de Ciencias Exactas y Naturales-Universidad Nacional de Cuyo*
[3] *Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional del Comahue*

Los materiales nanométricos son de interés por sus potenciales aplicaciones científicas y tecnológicas, asociado a que éstos poseen en general propiedades novedosas y diferentes al material convencional masivo (bulk). La interacción del hidrógeno con estos materiales toma renovada importancia, en virtud de aplicaciones tecnológicas asociadas en nuevas fuentes de energía. Comienza el interés en almacenar hidrógeno como combustible. Iijima y colaboradores sintetizaron los llamados nanohorns y nanotubos de carbono en el año 1999. Los nanohorns, también conocidos por las siglas SWNH (Single Walled Nanohorns) son nanoestructuras de grafeno con forma semejante a un cuerno y veces a una botella. Los SWNHs podrían emplearse como contenedores de H2 en futuras aplicaciones asociadas a la energía por hidrógeno, celdas de combustible, etc. El estudio de la interacción del hidrógeno con los SWNHs puede abordarse por técnicas computacionales de simulaciones atomísticas que buscan describir y obtener datos de este sistema y compararlo con datos experimentales. Estas técnicas además pueden agregar valiosa información no accesible por la vía experimental. En este trabajo se caracterizan los SWNHs como contenedores de H2 empleando técnicas de dinámica molecular con el código LAMMPS, con potenciales AIREBO. Se calcula la energía total del sistema en función de la temperatura, para varias densidades de H2 dentro del SWNH. Se calcula la raíz cuadrática media de la velocidad (vrms) de las moléculas de H2 dentro del SWNH, a partir de lo cual se estima la presión de hidrógeno gaseoso dentro del SWNH como función de la temperatura. Se estima la presión máxima que soportan estos contenedores nanométricos antes de su explosión. Se analizan las distribuciones de tensiones dentro de la nanoestructura a lo largo del eje de simetría del SWNH. Se observan efectos de condensación del gas sobre las paredes internas del contenedor a bajas temperaturas, preferentemente sobre las zonas más tensionadas del contenedor.

## 380. Caracterización estructural y electroquímica de sistemas carbonosos nanoscópicos

Merlo M A[1],Mayorga F[2],Raviolo S[1],Bajales Luna N[3]
[1] *Facultad de Matemática Astronomía y Física - Universidad Nacional de Córdoba*
[2] *Facultad de Ciencias Químicas - Universidad Nacional de Córdoba*
[3] *Instituto de Física Enrique Gaviola de Córdoba, CONICET-UNC*

Los sistemas nanoscópicos basados en el carbono (grafeno, óxido de grafeno, nanotubos de carbono, fullerenos) han cobrado notable importancia en las últimas décadas, tanto en ciencia básica como aplicada. Esto se debe a la gran variedad de novedosas propiedades físicas y químicas que estos sistemas exhiben, lo que da lugar a promisoras aplicaciones en catálisis, energías alternativas, etc. Dentro de este marco, el óxido de grafeno (GO) y el óxido de grafeno reducido (rGO) son de gran interés, ya que ambos se consideran como precursores para la síntesis de grafeno, empleando métodos reproducibles, sencillos y de bajo costo. Por otra parte, ambos sistemas tienen propiedades antagónicas. En efecto, el GO es hidrofílico y aislante, mientras que el rGO es hidrofóbico y conductor. En este trabajo se muestran resultados sobre la caracterización estructural y electroquímica de ambos sistemas soportados en distintos sustratos (grafito, vidrio, y

aleación de AuPd). La caracterización estructural se realizó empleando un microscopio de barrido electrónico (SEM) y de fuerza atómica (AFM), mientras que la caracterización electroquímica fue llevada a cabo usando un potenciostato, aplicando voltametrías cíclicas para monitorear los cambios en la conductividad de los sistemas estudiados. Estos resultados permiten evaluar la eficiencia catalítica para el desarrollo de nuevos electrodos.

## 381. Cátodos compuestos nanoestructurados de LSM-YSZ para celdas de combustible de óxido sólido

De Jesús J[1 2],Severino R[1 2],Leyva A G[2 3],Sacanell J[2 4]
[1] *Departamento de Fisica, FCEyN, UBA*
[2] *Departamento de Física de la Materia Condensada, GIyANN-CAC-CNEA, Buenos Aires, Argentina*
[3] *Escuela de Ciencia y Tecnología - Universidad Nacional de San Martín*
[4] *CONICET*

Sintetizamos tubos de diámetro submicrométrico de manganitas de La y Sr (LSM), formados por la aglomeración de nanopartículas. Utilizamos estos materiales para confeccionar celdas simétricas, sobre electrolitos de zirconia dopada con itria (YSZ) para estudiar su comportamiento como cátodos en celdas de combustible de óxido sólido. Estudiamos cátodos de LSM puro nanoestructurado, cátodos compuestos de LSM y polvo de YSZ y cátodos compuestos en los que tanto el LSM con el YSZ se encuentran nanoestructurados en tubos submicrométricos. Analizamos la influencia del contenido relativo de cada compuesto y su morfología en las propiedades electroquímicas de los cátodos.

## 382. Construcción y caracterización de nanofilms de carbono.

Epeloa J[1],Dobry A O[1],Gómez B[1]
[1] *Instituto de Física Rosario, UNR-CONICET*

Presentamos una técnica para crecer films de Carbono de espesor nanométrico. La misma se basa en el bombardeo de una punta de grafito mediante un cañón electrónico dentro de una cámara de vacío. El vapor generado por el bombardeo es depositado en sustratos de Silicio, de Vidrio o sobre circuitos electrónicos convenientemente diseñados para mediciones de transporte eléctrico. Caracterizamos el espesor y la estructura de los films mediante SEM, EDS, FT-IR y elipsometría. Finalmente caracterizamos la respuesta I-V de films depositados sobre circuitos diseñados por nosotros. Analizamos en particular como depende esta respuesta del porcentaje de humedad presente. Estudiamos asimismo la respuesta en frecuencia realizando espectroscopias de impedancia compleja. Estos estudios apuntan a entender cuales son y cómo varian los mecanismos de conducción eléctrica al cambiar la humedad que rodea la muestra.

## 383. Crecimiento y caracterización de nanoestructuras de ZnO dopadas con Li a partir de diferentes precursores

Brizuela H[1],Simonelli G[1]
[1] *Laboratorio de Fisica del Solidos, Dpto. Fisica, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán*

Para obtener nanoestructuras de ZnO semiconductoras de tipo p, se ha encontrado que el litio como sustitucional del cinc es un excelente dopante. Su radio iónico es muy similar al del cinc y por ello las características estructurales del material dopado siguen siendo muy similares a las del

ZnO puro. En el presente trabajo se estudió un conjunto de muestras de ZnO nanoestructurado crecido por un método hidrotérmico sobre sustratos de Si, utilizando soluciones acuosas de nitrato de cinc y hexametilentetramina (HMTA), a las que se agrega algún precursor del dopante. En este caso, se usaron tres precursores diferentes: LiOH, LiCl y $LiNO_3$, al 2 % y 4 % atómico de Li en cada caso. Para su caracterización se relizó microscopía electrónica de barrido, fotoluminiscencia y espectroscopía Raman. En todas las muestras se obtuvo buena densidad de nanoestructuras crecidas, en su gran mayoría nanohilos cortos. Los espectros Raman muestran que el material tiene estructura hexagonal (wurtzita) y se advierten pequeñas diferencias en las intensidades relativas de los picos entre el material dopado y sin dopar, consideradas evidencia de la incorporación del Li en la estructura.

## 384. Determinación de la distribución de trampas a partir del decaimiento de la fotoconductividad persistente en nanohilos de ZnO funcionalizados con complejos de rutenio o hierro

Real S[1],Vega N[2 3],Comedi D[4],Tirado M[1 3]

[1] *NanoProject y Laboratorio de Nanomateriales y Propiedades Dieléctricas, Depto. de Física, FACET, Universidad Nacional de Tucumán, Argentina*

[2] *NanoProject y Laboratorio de Física del Sólido, Dep. de Física, FACET, Universidad Nacional de Tucumán*

[3] *CONICET*

[4] *NanoProject y Laboratorio de Física del Sólido, Depto. de Física, FACET, Universidad Nacional de Tucumán - CONICET, Argentina*

La conversión de la energía solar en energía eléctrica en forma eficiente e innovadora, hace que en la actualidad se estén buscando nuevos materiales con propiedades optoeléctricas adecuadas para este fin. En particular, los nanohilos de ZnO fotosensibilizados con complejos químicos son junturas que se puede fabricar fácilmente para la obtención de celdas fotovoltaicas de tercera generación, donde la gran relación superficie área de los nanohilos juega un importante papel en el momento de la absorción de la luz solar. En este trabajo se presenta la fabricación de electrodos de nanohilos de ZnO fabricados sobre obleas de SiO2/Si (100) a partir de una reacción carbotérmica seguida por un crecimiento por deposición térmica de vapor (VTD) [1]. Estos nanohilos de ZnO fueron fotosensibilizados con diferentes complejos de rutenio [2] o de hierro y se realizó un estudio de las propiedades ópticas y de fotoconductividad de los mismos. Los valores experimentales revelaron la presencia de fotoconductividad persistente (FCP) [3], o sea, la persistencia de la conductividad eléctrica alterada en relación a la conductividad de equilibrio incluso después de haber interrumpido la iluminación. Los motivos de este efecto son variados y en muchos casos ha originado controversia en la literatura. En los óxidos de banda ancha, como el ZnO, se ha sugerido que el fenómeno de FCP se debe a la presencia de estados electrónicos profundos en la banda prohibida que atrapan los fotohuecos, inhibiendo y retrasando el proceso de recombinación electrón-hueco [3,4], efecto que influye en las propiedades optoelectrónicas de las muestras. Por lo tanto, en este trabajo se trata el problema directo de simulación del efecto de fotoconductividad persistente debido a distribución de trampas de huecos del tipogaussiana. Posteriormente se aplica en forma numérica un método para la resolución del problema inverso que consiste en la determinación de la densidad de trampas en óxidos semiconductores a partir de las curvas experimentales del decaimiento temporal de la fotoconductividad persistente. Esto se llevó a cabo aplicando el método de la transformada de Laplace [4,5] al modelo de reemisión-recombinación.

[1] N. C. VEGA, et al. Nanotechnology, Vol 23, Nro. 27, 275602 (2012).
[2] J. H. MECCHIA ORTIZ, et al. Inorganic Chemistry, 52, 4950-4962 (2013).
[3] D.COMEDI, et al. J. Phys.: Condens. Matter 19 (48), 486205(1)-486205(10) (2007).
[4] S.A. STUDENIKIN, et al. J.Appl. Phys. 84, 5001-5004 (1998).
[5] M.N. LEVIN, et al. Bulletin of the Russian Academy of Sciences: Physics, 72 (11), 1584-1588 (2008).
[6] S. Real, et al. Anales III Congreso de Matemática Aplicada, Computacional e Industrial: III MACI 3, 311-314 (2011).

## 385. Dinámica de caja y subdifusional de los iones móviles en el metasilicato de litio.

Balbuena C[1],Frechero M A[1],Montani R[1]
[1] *INQUISUR - Dpto. Química - Universidad Nacional del Sur*

Utilizando el formalismo de la Dinámica Molecular, en el presente trabajo se estudiaron los procesos elementales involucrados en el fenómeno de transporte de carga en el metasilicato de litio (Li2SiO3). Este último puede ser considerado como un vidrio paradigmático, ya que está constituido por dos subsistemas con comportamientos dinámicos bien diferenciados: uno formado por los cationes móviles de litio y otro muy poco móvil, dado por su matriz vítrea en este caso formada por oxígeno y silicio. La dinámica a tiempos cortos determina el posterior trasporte de carga en un vidrio iónico y al ser este uno de los parámetros relevantes para sus aplicaciones resulta pertinente su estudio.

En este trabajo se usó el Método Isoconfiguracional que permite remover los efectos de momento para poder explorar la propensión al movimiento de los cationes móviles. Así, se ha podido mostrar que existen dos tipos de entornos para los cationes encargados del transporte de carga: uno de muy baja propensión (LP) y otro de alta propensión (HP. Esta discriminación (y caracterización) de los diferentes entornos permitió describir el comportamiento dinámico de los cationes a tiempos cortos: esto es en el régimen de *caging* donde se define el fenómeno macroscópico conocido como Nearly Constant Loss.

Efectivamente, los resultados obtenidos permiten concluir que para los cationes móviles alojados en sitios LP puede esperarse que adopten para su evolución dinámica el mecanismo de salto (*hopping*) entre sitios, que obviamente implica la existencia de un tiempo de residencia en los mismos. Por otra parte, para los cationes alojados en sitios HP, estos evolucionan de manera continua debido a que (como hemos demostrado previamente) los sitios HP están altamente conectados entre si y forman los denominados "canales de conducción".

## 386. Dinámica de los portadores de carga en un quantum ring excitado por twisted light y el campo autoinducido.

Care D A[1],Quinteiro G F[1]
[1] *Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires*

Los vórtices ópticos (del inglés *optical vortex*) son haces de luz inhomogeneos que presentan una singularidad de fase en su eje de simetría. Ejemplos destacados son los haces paraxiales de luz con torsión (del inglés *twisted-light* o TL) los cuales pueden ser de perfil radial tipo Bessel o Laguerre-Gaussiano y que se caracterizan por tener momento angular orbital $\hbar\ell$ por fotón, donde $\ell$ es la llamada carga topológica.

Existen diversas areas donde el estudio de luz con torsión puede resultar relavante: la generación de haces, pinzas ópticas, interacción con átomos y moléculas, y el entrecruzamiento entre espin y momento angular orbital (OAM) con posibles aplicaciones a la informacián cuántica.

Se han estudiado, en los últimos años, los efectos de de los vórtices ópticos en materiales. Podemos mencionar la absorción de TL en semiconductores volumétricos (bulk) usando la ecuación de Schrödinger, prediciendo la generación de corrientes eléctricas circulares, la absorción de TL en nanoestructuras que predice nuevas reglas de selección en *quantum dots* y oscilaciones de Rabi no-verticales con producción de corrientes eléctricas en quantum rings cuando el haz de luz incide normalmente y en el centro de la muestra. Y la extensión de la teoría para el estudio de los efectos sobre grafeno y *quantum wells* . En este trabajo presentaremos los avances realizados en el estudio teórico de la interacción entre un *quantum ring*, un vórtice óptico externo y los campos electromagn´éticos dinámicos inducidos por las corrientes eléctricas en el anillo. Este modelo intenta describir con mayor precisión la dinámica de los portadores en el *quantum ring* considerando todos los campos que interactúan con ellos.

## 387. Efecto del Diámetro de Nanopartículas de ZnO en Propelentes para Propulsión por Ablación Láser

Toro C[1],Bojorge C[2],Rinaldi C[3] [4],Azcárate L[1]

[1] *Centro de Investigacion en Laseres y Aplicaciones, UNIDEF (CONICET-MINDEF)*

[2] *Centro de Investigación en Sólidos, Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas para la Defensa, UNIDEF (CONICET-MINDEF)*

[3] *Departamento de Micro y Nanotecnología - Centro Atómico Constituyentes - Comisión Nacional de Energía Atómica*

[4] *CONICET*

En trabajos anteriores [1-2] se diseñaron propelentes sólidos para satélites de pocos Kg de peso, que consistieron en pastillas compuestas por mezclas metal/sal a las cuales también se les adicionaron toberas [3]. Se halló una correlación entre el valor del momento inducido por láser medido con un péndulo de torsión y el RMS de un sensor piezoeléctrico (PZT) [2] que le agregó versatilidad a las mediciones. Los efectos de magnificación de las propiedades físicas inherentes a las dimensiones de las nanopartículas, NPs, fueron la motivación para incluirlas en un nuevo propelente encontrándose un aumento considerable del coeficiente de acoplamiento utilizado como figura de mérito [4]. Por otro lado, se sabe que la temperatura de fusión varía con el tamaño y la forma de las nanopartículas [5]. En este trabajo se estudió el efecto de la variación del radio de NPs de ZnO en el valor del impulso específico generado por la ablación láser (RMS del PZT). Y, a su vez, se halló la correlación de los resultados obtenidos con la temperatura de fusión de las mismas.

Referencias [1] Carlos A. Rinaldi, Norberto G. Boggio, Daniel Rodriguez, Alberto Lamagna, Alfredo Boselli, Francisco Manzano, Jorge Codnia, M. Laura Azcárate, Dependence of Cm on the composition of solid binary propellants in ablative laser propulsion, Applied Surface Science 257 (2011) 2019-2023.

[2] C. Rinaldi, N. Boggio, D. Rodriguez, A. Lamagna, A. Boselli, F. Manzano, J. Codnia, y M. Azcárate; Solid Binary Propellants for Ablative Laser Propulsion; Ch 11, Propulsion: Types, Technology and Applications. ISBN: 978-1-61470-606-9.

[3] Cinthya Toro, Nicolás D. Gómez, Norberto G. Boggio, Jorge Codnia, M. Laura Azcárate, Carlos Rinaldi; Design and Characterization of Nozzles and Solid Propellants for IR Laser Propulsion; Applied Physics A, Vol 117, Issue 1 (2014), 43-47.

[4] C. Toro, M. L. Azcárate, C. Bojorge y C. A. Rinaldi; Efectos de Nanopartículas de ZnO en Propelentes de ZnO Microestructurado para Propulsión por Ablación Láser, http://nano2016.df.uba.ar/.

[5] G.Guisbiers and S. Pereira;Theoretical investigation of size and shape effects on the melting temperature of ZnO nanostructures; Nanotechnology 18 (2007) 435710 (6pp). doi:10.1088/0957-4484/18/43/435710.

## 388. Efectos del dopaje con Mn en puntos cuánticos de ZnSe-ZnTe

Zandalazini C I[1],Oszwaldowski R[2],Albanesi E A[1 3],Petukhov A G[4]

[1] *Instituto de Física del Litoral (UNL-CONICET)*

[2] *Phys. Department, South Dakota School of Mines and Technology, Rapid City, SD 57701-3995*

[3] *Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Entre Ríos*

[4] *NASA Ames Research Center, Moffett Field, CA 94035*

Las propiedades que presentan ciertos sistemas de dimensiones reducidas, producto del confinamiento de los estados de portadores de carga, han despertado un gran interés tanto en el estudio teórico como para el aprovechamiento tecnológico. Entre estas heteroestructuras, los puntos cuánticos son los que ofrecen un confinamiento en las tres direcciones espaciales, ubicándolos como excelentes candidatos para el desarrollo de dispositivos opto-electrónicos. Presentaremos resultados del estudio teórico realizado sobre las propiedades electrónicas y magnéticas en puntos cuánticos de ZnSe-ZnTe, analizando el efecto del dopaje con Mn, a partir de densidades de estado resueltas en espín, y del momento magnético total del sistema, incluyendo la interacción espín-órbita. Los cálculos fueron realizados dentro la formulación de la Teoría de la Funcional Densidad (DFT), empleando pseudopotenciales, con la aproximación de intercambio y correlación de gradiente generalizado (GGA-PBE).

## 389. Efectos de tamaño y de la absorción de Hidrógeno en las Propiedades Mecánicas de Nanoestructuras de Paladio: Estudio basado en Simulaciones Atomísticas

Crespo E[1],Ruda M[2],Alí M[3],Braschi F[3],Ramos S[3],Bringa E[4]

[1] *Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Neuquén*

[2] *Centro Atomico Bariloche - Comisión Nacional de Energía Atómica*

[3] *Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional del Comahue*

[4] *Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Cuyo*

Las membranas de Pd tienen múltiples aplicaciones, sobre todo en sistemas de detección y separación o purificación de hidrógeno. Estas membranas generalmente están depositadas sobre sustratos de distinta composición, que influyen no solamente en las propiedades de absorción-desorción, sino también en las propiedades mecánicas de las membranas. Los efectos de tamaño producidos al reducir a escala nanométrica la dimensión de los sistemas físicos inducen cambios importantes en sus propiedades, tanto en sus aspectos fundamentales como en relación al diseño de los dispositivos en los que se utilizan. Las simulaciones computacionales pueden hacer un aporte significativo al estudio de esas propiedades, y en este trabajo utilizamos esta metodología para evaluar cómo se modifican las propiedades mecánicas de membranas policristalinas al variar dos de sus dimensiones relevantes: su espesor y su tamaño de grano, y en presencia de pequeñas concentraciones de H absorbido. Generamos muestras nanopolicristalinas a través del método de teselación de Voronoi, considerando granos de diámetro promedio D de 7 nm y 14 nm orientados

al azar. A partir de estas muestras bulk, generamos las correspondientes nanomembranas considerando espesores de 7 nm y 10 nm, en el primer caso (D = 7 nm); y de 14 nm y 20 nm, en el segundo caso (D = 14 nm). El proceso de absorción de hidrógeno se modela incorporando H en sitios al azar, a partir del hecho observado de que para bajas concentraciones los H segregan hacia los bordes de grano. Tanto las muestras bulk como las membranas policristalinas, con y sin hidrógeno, fueron sujetas a ensayos de tracción y compresión uniaxial empleando la técnica de dinámica molecular y utilizando potenciales de átomo embebido (EAM) para modelar la interacción entre los átomos. Resultados previos indican que la presencia de hidrógeno disminuye el modulo elástico y la tensión de fluencia del Pd de nanomembranas. En este trabajo profundizamos este estudio analizando las curvas tensión/deformación en ambos casos, muestras bulk y nanomembranas, a los efectos de evaluar los cambios producidos en el módulo elástico y la tensión de fluencia del Pd, al variar el tamaño de grano, el espesor, y la presencia de H.

## 390. Efectos en las propiedades electrónicas y de dopaje en la adsorción de aminoácidos sobre grafeno: Histidina, Alanina y Ácido Aspártico

Rodríguez Sotelo S J[1],Makinistian L[2],Albanesi E[1 3]

[1] *Instituto de Física del Litoral (CONICET-UNL)*

[2] *INFAP-Universidad Nacional de San Luis*

[3] *Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional de Entre Ríos*

En el 2004 Geim y Novoselov obtienen experimentalmente grafeno, una hoja de carbono de un átomo de espesor estable a temperatura ambiente, con propiedades químicas y físicas únicas. En la actualidad, trabajos teóricos y experimentales han mostrado la capacidad del grafeno para adsorber moléculas de interés biológico, así como también la posibilidad de usarlo como material base en la construcción de biosensores. En este trabajo se presenta un estudio computacional de la adsorción de tres aminoácidos sobre una hoja de grafeno: Histidina (His), Alanina (Ala) y Ácido Aspártico (Asp). Los cálculos se realizaron en el marco de la Teoría de la Funcional Densidad (DFT) teniendo en cuenta fuerzas de tipo van der Waals. Se discuten configuraciones de equilibrio, energías de adsorción, densidades de carga y densidades de estados (DOS). Determinar las transferencias de carga dependiendo del aminoácido adsorbido, es de gran importancia para la evaluación de sensibilidad y selectividad de dispositivos de sensado basados en grafeno, ya que, además de determinar el tipo de dopaje, se pueden estudiar los diferentes efectos generados en el transporte electrónico del material.

## 391. Electronic and elastic properties of ZnO and ZnO@X(X=ZnS,BeO) nanowires under uniaxial stresses

Valdez L A[1],Casali R A[2]

[1] *Dpto. de Física - Facultad de ciencias exactas y Naturales y Agrimensura - UNNE & CONICET*

[2] *Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad Nacional de Catamarca*

ZnO is a semiconductor with a wide range of technological applications due to its physical advantages: direct wide band gap, large excitation binding energy, high thermal conductivity and piezoelectricity. Some of the ZnO properties are improved in the nanosize scale, specially its electronic and elastic properties. For this reason, we have studied ZnO(B4) nanowire and bulk material using SIESTA code in order to compare changes of physical properties due to confinement. ZnO nanowires were expanded along [0001] direction, with non-interacting hexagonal shapes and 48, 96, 108 and 192 atoms cells. By the application of uniaxial stresses until 100

GPa, we have calculated the Young modulus, Poisson coefficients, break tensile and NW 1D bands structure. NW-LDA band gaps are larger than the calculated in bulk material and show negative pressure derivatives. Recently, experimental studies have been focused on the synthesis of core@shell structures due to their potential applications in the optoelectronic devices, such as photodetectors. However, their elastic properties have been explored scarcely. At the present work, we expose a description about the electronic and mechanical properties of ZnO@X (X=ZnS,BeO) structures under strains up to tensile break. This work can help to understand the role played of the shell on the core material regarding the electronic, elastic and mechanical features of these new structures.

## 392. Estimación del área real de nanopartículas de Pt y Au sobre HOPG utilizando técnicas electroquímicas

Fuentes S[1],Avalle L[2 3],Santos E[3]

[1] *Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad Nacional de Catamarca*

[2] *Dep. Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Catamarca*

[3] *Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas*

El control dimensional y morfológico en la síntesis de nuevos materiales ha sido un reto importante para el desarrollo de diversas áreas científicas y tecnológicas, particularmente en el campo de la nanotecnología. Los estudios se han dirigido al desarrollo de nuevas rutas de síntesis que permitan el control de forma y tamaño durante el crecimiento de las nanoestructuras, implementando nuevas técnicas que puedan ofrecer mayor información de sus propiedades y características estructurales y morfológicas, así como creando nuevos sistemas basados en estos materiales que permitan mejorar o desarrollar nuevas capacidades tecnológicas. Algunos de los aspectos fundamentales que se deben tener en cuenta, son la cinética de reacciones electroquímicas, así como las propiedades electrocatalíticas. El comportamiento de electrodos nanoestructurados de metales nobles depende prioritariamente de las características de la superficie expuesta, en particular de la magnitud de su área y su configuración cristalográfica, por lo tanto, una adecuada caracterización superficial no puede ser subestimada. Los electrodos metálicos muestran gran afinidad hacia los procesos de electroadsorción de hidrógeno y/o oxígeno en soluciones ácidas, por lo que es posible su caracterización por técnicas electroquímicas. En el presente trabajo tiene como objetivo mostrar los resultados obtenidos en la estimación del área real de los electrodos diseñados con nanoestructuras de Pt y Au sobre HOPG a diferentes tiempos de deposición utilizando la electroreducción de especies oxigenadas. Los resultados permiten concluir que las nanoestructuras de metales nobles Pt o Au sobre HOPG pueden alcanzar áreas electroactivas importantes. Es decir que a pesar de sus tamaños nanométricos tienen una elevada capacidad de experimentar trasferencia de carga. Siendo las nanopartículas de Pt con mayor área activa que las nanopartículas de Au esto podría ser causado por el tipo de nanoestructuras generadas.

## 393. Estudio computacional del transporte electrónico de Histidina adsorbida sobre grafeno

Rodríguez Sotelo S J[1],Makinistian L[2],Albanesi E[1 3]

[1] *Instituto de Física de Santa Fe - IFIS - CONICET*

[2] *INFAP-Universidad Nacional de San Luis*

[3] *Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional de Entre Ríos*

El grafeno es un cristal 2D con átomos de carbono dispuestos en una red hexagonal, similar a

un panal de abejas. Sus múltiples propiedades químicas y físicas dan cuenta de la sensibilidad que presenta este material al adsorber moléculas de interés biológico y, por esta razón, se propone como material base en la construcción de nano-biosensores. En este trabajo se presenta un estudio computacional de la adsorción de histidina sobre una hoja de grafeno, usando funciones de Green fuera del equilibrio en el marco de la Teoría de la Funcional Densidad (DFT). Se evaluaron los efectos en el transporte electrónico que sufre la hoja de grafeno debido a la adsorción de la molécula: se discuten densidades de carga, densidades de estados (DOS) y curvas características de corriente-voltaje (I-V). Los resultados revelan cambios en las curvas I-V del grafeno luego de la adsorción para algunos valores de voltaje de bias.

## 394. Estudio de Cinéticas de Hidruración de Dispersiones de TiH2 en Mg obtenidas por síntesis mecánica

Biasetti A[1 2],Meyer M[1 3],Mendoza Zelis L[3]

[1] *Facultad de Ciencias Exactas - Universidad Nacional de La Plata*

[2] *Instituto de Física de La Plata, CONICET*

[3] *Instituto de Física, Facultad de Cs. Exactas, Universidad Nacional de La Plata*

Se fabricaron nanodispersiones de MgH2-TiH2 mediante molienda mecánica reactiva en atmósfera de hidrógeno. Se han estudiado las cinéticas de sorción de hidrógeno de estos sistemas. Se prepararon composiciones con 10 y 20 porciento atómico de Ti y se estudiaron sus propiedades de sorción en función de la temperatura y la presión. La caracterización de dichas muestras se realizó mediante microscopía electrónica de barrido (SEM) y difracción de rayos X (XRD) antes y después de uno o varios ciclos de absorción y desorción de hidrógeno. Las cinéticas de sorción de hidrógeno se estudiaron mediante un equipo volumétrico tipo Sieverts variando la temperatura desde en el rango 250°C- 300°C y la presión entre 3bar y 10 bar. El criterio de Avrami aplicado a las cinéticas correspondientes, revela que deben identificarse múltiples procesos. Esta complejidad se acentuaba para las cinéticas de temperaturas más bajas en contraste con las cinéticas a altas temperaturas donde podían identificarse principalmente dos regímenes. Por otro lado, para los ajustes se utilizó la función de Hill, que tiene en cuenta la influencia de la fracción de fase transformada y sin transformar. Para lograr ajustes consistentes de todo el conjunto de curvas cinéticas hemos tenido que usar en algunos casos la suma de dos funciones de Hill. Aunque para las desorciones una única Hill resultaba satisfactoria. Hemos interpretado los parámetros ajustados en términos de las diferencias microestructurales de las muestras. Se presentan también resultados de sistemas MgH2-TiH2-C obtenidos por molienda mecánica y cuyas propiedades cinéticas son comparados con los sistemas descritos previamente.

## 395. Estudio DFT en la adsorción-oxidación de CO catalalizada por la aleación bimetálica PtmIrn (m+n=6)

Córdoba J D[1],Díaz G B[1],López M B[1]

[1] *Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad Nacional de Catamarca*

En este trabajo se presenta un estudio usando técnicas de cálculos basadas en la Teoría del Funcional de la Densidad de las propiedades estructurales y electrónicas de la nanoaleación Platino-Iridio libre y soportada sobre una lámina de Grafeno con el fin de lograr una comprensión más profunda de la reactividad de la nanoaleación, frente a la adsorción de CO y oxidación como un modelo de catalizador de celdas de combustible de baja temperatura. LaTeoría del Funcional de la Densidad proporciona un conjunto de índices de reactividad global que constituyen

herramientas útiles para comprender la reactividad de moléculas, clusters, fragmentos y sólidos en su estado fundamental, mientras que los indicadores locales, explican la selectividad de un sistema a interaccionar con otro. Los cálculos fueron realizados usando el funcional B3PW91 según el formalismo del programa Gaussian09 y los electrones de los átomos metálicos fueron considerados por el pseudopotencial LANL2DZ y para los átomos de carbono, oxigeno e hidrogeno se uso la base 6-31G (d). El método de transito cuadrático sincronizado fue adoptado para el cálculo del estado de transición. El análisis energético de las poblaciones electrónicas y de la transferencia de carga adsorbato-sustrato junto a indicadores de reactividad química permiten concluir que la molécula de CO se adsorbe más débilmente en el sistema Pt5Ir que en Pt6, dejando espacio para que intervenga el oxigeno necesario para la oxidación del CO. En base a los presentes resultados, se propone una configuración ideal del catalizador PtIr, que resulta menos caro y más eficiente en comparación con los correspondientes catalaizadores de Pt puros para la oxidación de CO a temperatura ambiente.

## 396. Estudios de conductancia en nanoalambres metálicos simulados por Monte Carlo.

Giménez M C[1],Negre C[2],Sánchez C G[2]

[1] *Facultad de Matemática Astronomía y Física - Universidad Nacional de Córdoba*

[2] *Facultad de Ciencias Químicas - Universidad Nacional de Córdoba*

En este tabajo se han determinado las propiedades de transporte electrónico en nanoalambres metálicos utilizando un método que combina simulaciones de Monte Carlo con el método de las funciones de Green de no-equilibrio para el cálculo de la función de transmisión electrónica.

La estructura de los nanoalambres fue simulada mediante el método de Monte Carlo canónico en el espacio continuo, utilizando el método del átomo embebido para los cálculos de energía. Los metales estudiados son oro, plata, platino y cobre.

Los dos planos externos del nanoalambre se fijan a una determinada distancia y se dejan relajar los átomos internos, mediante el método de Monte Carlo metrópolis, en el espacio continuo. Luego la distancia entre los dos planos externos se incrementa en una pequeña cantidad y los átomos internos vuelven a relajarse. Este paso se repite varias veces, observándose el estiramiento del nanoalambre, hasta que se produce la ruptura del mismo.

En los cálculos de conductancia, se evidencia la formación de escalones espaciados por $G_0 = 2e^2/h$. Cada escalón revela un número aproximadamente entero de canales de conductancia. Esto se encuentra correlacionado directamente con la sección transversal del nanoalambre en la parte más angosta.

Se analizaron comparativamente histogramas para los diferentes metales, donde se estudia la distribución de valores de conductancia, de acuerdo a la cantidad de configuraciones en las que aparecen, encontrándose en general máximos para valores enteros de $G_0$.

## 397. Estudio teórico de nano-aleaciones binarias $Fe_2Rh_2$

Jiménez M J[1],Cabeza G F[1 2]

[1] *Instituto de Física del Sur - Universidad Nacional del Sur*

[2] *Departamento de Física - Universidad Nacional del Sur*

Las nano-aleaciones son de gran interés científico y tecnológico ya que presentan propiedades químicas y físicas diferentes a las que presentan las moléculas aisladas y la de los materiales en forma macroscópica. En las últimas décadas, el estudio de pequeños clusters han atraído la

atención debido a su alta relación volumen/superficie y a la dependencia estructural de la propiedades electrónicas y magnéticas. En particular, han sido de especial interés tanto teórico como experimental los clusters de metales de transición debido a su potencial como catalizadores y dispositivos de almacenamiento magnético de alta densidad [1]. La combinación de elementos con propiedades complementarias o de contraste ha sido siempre un camino para la optimización de las propiedades de los compuestos, para descubrir nuevas funcionalidades y efectos. Sumado a esto, la posibilidad de controlar el tamaño del sistema y por esto, sus propiedades físicas, abre una ventana de importancia fundamental tanto en las investigaciones teóricas como experimentales.

En cuanto al sistema bajo estudio, la aleación ordenada FeRh (B2) sufre una peculiar transición de fase de primer orden de un estado antiferromagnético (AFM) a otro ferromagnético (FM) [2]. Sin embargo, el efecto de la transición de fase magnética en nanopartículas FeRh y el comportamiento magnético de las mismas sigue aún sin esclarecerse.

De los diferentes nanoclusters del tipo $Fe_mRh_n$ con m + n = 4 estudiados mediante cálculos de primeros principios empleando el código VASP [3], seleccionamos para este trabajo el caso particular $Fe_2Rh_2$ para 1, 2 y 3 dimensiones, analizando diferentes geometrías y órdenes magnéticos.

Las tendencias de las propiedades tales como la longitud de enlace promedio, el momento magnético de la celda y de los elementos constitutivos y las energías de enlace han sido analizadas en función de las dimensiones del sistema. Los cálculos se extendieron para evaluar el calor específico a volumen constante a partir de las frecuencias de fonones de la red a T mayores a 0 K empleando el Código Phonopy [4].

[1] Thiele,J.; Maat, S. Magnetic and Structural Properties of FePt-FeRh Exchange Spring Films for Thermally Assisted Magnetic Recording Media, IEEE Trans. 40 (4) 2537-2542, 2004.

[2] Moruzzi, V.; Marcus, P. Antiferromagnetic-ferromagnetic transition in FeRh, Phys. Rev. B 46, 2864-2873, 1992.

[3] Kresse, G.; Hafner J. Ab. initio molecular dynamics for liquid metals, Phys. Rev. B 47, 558-561 (R), 1993.

[4] Togo, A.; Oba, F. ; Tanaka, I. First-principles calculations of the ferroelastic transition between rutile-type and CaCl2-type SiO2 at high pressures. Phys. Rev. B 78. 134106, 2008

## 398. Extensión del rango de estabilidad de la Ceria hasta 110GPa

Paulin M A[1 2],Garbarino G[3],Sacanell J[1 2],Leyva A G[2 4]

[1] *CONICET*

[2] *Centro Atómico Constituyentes, Comisión Nacional de Energía Atómica*

[3] *European Synchrotron Radiation Facility*

[4] *Escuela de Ciencia y Tecnología - UNSAM*

El dióxido de Cerio, conocido como Ceria y generalmente utilizado como estándar para difracción de Rayos X, es ampliamente estudiado debido a su uso en catálisis y celdas de combustible. El polvo con tamaño de grano micrómetrico presenta, a presión ambiente, una estructura cúbica con grupo de espacio Fm-3m. Bajo presión, esta fase es estable hasta aproximadamente 30GPa donde una transición estructural ocurre hacia una fase ortorrómbica. Existen en la literatura diversos reportes donde se estudia esta transición de fase. En particular se han utilizado diferentes medios transmisores de presión y muestras con diferente tamaño de grano. En este trabajo se ha realizado

un estudio exhaustivo en función de la presión hidrostática, comparando simultáneamente muestras con distinto tamaño de grano. Mediante difracción de Rayos X llevada a cabo en la línea de luz ID27 del European Synchrotron Radiation Facility, utilizando una celda de diamante y Helio como medio transmisor de presión, se comparó la estructura de la Ceria nanoestructurada, microestructurada y cristal único (tamaño milimétrico). Se observó un aumento de la presión crítica de la transición de fase con la microestructuración, siendo suprimida hasta al menos 110GPa en el caso nanoestructurado. Un análisis detallado de las condiciones experimentales, en particular la hidrostaticidad, serán discutidos como así también el origen de la extensión del rango de estabilidad de la fase de baja presión para las muestras nanoestructuradas y sus posibles aplicaciones.

## 399. Fabricación y caracterización de nano-hilos de Fe-Pd

Domenichini P[1],Condó A[2],Haberkorn N[2]
[1] *Laboratorio de Bajas Temperaturas. Departamento de Física. FCEyN-UBA*
[2] *Centro Atomico Bariloche - Comisión Nacional de Energía Atómica*

Los sistemas de baja dimensión con transformación martensítica son de gran interés tanto desde un punto de vista básico, como desde un punto de vista aplicado. Además de la memoria de forma convencional existen algunas aleaciones ferromagnéticas que presentan un cambio reversible ante la presencia de un campo magnético externo: esto se conoce como memoria de forma magnética o Magnetic Shape Memory (MSM). Este trabajo se enfocó en la aleación $Fe-Pd$, la cual presenta MSM reteniendo la estructura FCC de la fase austenita a una composición $Fe_{70}Pd_{30}$. Se analizó la factibilidad de obtener nano-hilos de $Fe-Pd$ con distintas composiciones nominales mediante la técnica de electrodeposición. Los resultados obtenidos muestran que mediante esta técnica se logran obtener nano-hilos con distintas morfologías: tubular y macizos, cuyas composiciones varían con el potencial aplicado. Aunque logró obtenerse una composición global aproximada de $Fe_{70}Pd_{30}$, los nano-hilos no mantienen su morfología luego del proceso de recocido. Esto último se evidenció gracias al análisis de imágenes de TEM, en las que se aprecian distintas fases dentro de un mismo nano-hilo, impidiendo la formación de una aleación homogénea luego del proceso de recocido.

## 400. Fabricación y caracterización eléctrica y magneto-óptica de microhilos de ZnO dopados con Na

Straube B[1],Zapata M C[1],Bidroux G[1],Villafuerte M[1],Simonelli G[1],Torres C R[2],Pérez S[1]
[1] *Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología - Universidad Nacional de Tucumán*
[2] *Facultad de Ciencias Exactas - Universidad Nacional de La Plata*

El actual interés en el óxido de zinc (ZnO) nanoestructurado no sólo está motivado por posibles aplicaciones en electrónica transparente y optoelectrónica sino por la expectativa de que estos sistemas puedan presentar magnetismo a temperatura ambiente [1]. Recientemente se ha reportado orden magnético a temperatura ambiente en microhilos de ZnO dopado con Li e implantados con H+ [2]. El magnetismo es debido a la polarización de espín en los orbitales 2p del O-, inducida por la proximidad a las vacancias de oxígeno zinc estabilizadas por el Li. Este resultado nos estimula a estudiar este material dopado con Na, dado que desempeñaría el mismo rol del Litio (dopante aceptor), y con mayor facilidad de detección.

En este trabajo presentamos la caracterización de las propiedades magnéticas, ópticas y de transporte eléctrico de microhilos de ZnO dopados con distintos porcentajes atómicos de Na, cre-

cidos mediante un proceso carbotérmico [3]. Los polvos precursores fueron obtenidos empleando un método termo-químico similar al descripto en [2]. La morfología fue observada con microscopía electrónica de barrido, el porcentaje de dopaje en Na fue analizado mediante la técnica de microanálisis y la estructura se caracterizó mediante espectroscopia Raman. Los resultados preliminares muestran magnetoresistencia negativa a bajos campos dependiendo de la composición. Para bajos dopajes los microhilos presentan un comportamiento metálico en el rango de 30-270K ante la acción de radiación UV.

1- T. Dietl, H. Ohno, F. Matsukura, J. Cibert, and D. Ferrand, Science 287, 1019 (2000).

2- I. Lorite, B. Straube, H. Ohldag, P. Kumar, M. Villafuerte, P. Esquinazi, C. E. Rodríguez Torres, S. P. Heluani, V. N. Antonov, L. V. Bekenov, et al., Applied Physics Letters 106, 082406 (2015).

3- Christian Czekalla, Thomas Nobis, Andreas Rahm, Bingqiang Cao, Jesus Zúñiga-Pérez, Chris Sturm, Rüdiger Schmidt-Grund, Michael Lorenz, and Marius Grundmann, Phys. Status Solidi B 247, No. 6, 1282-1293 (2010).

## 401. Generación de nanoburbujas inducidas por láser en nanopartículas metálicas: efectos térmicos y de dispersión de luz

González M[1] [2],Acosta E[2],Sorichetti P[2],Santiago G D[2]

[1] *CONICET*

[2] *Grupo de Láser, Óptica de Materiales y Aplicaciones Electromagnéticas, Departamento de Física, Facultad de Ingeniería - Universidad de Buenos Aires*

La generación de nanoburbujas por irradiación laser de nanopartículas presenta gran interés para diversas aplicaciones en biofotónica. Se ha desarrollado un modelo basado en la teoría de nucleación clásica y las ecuaciones de evolución dinámica para condensación y evaporación, que describe adecuadamente los comportamientos observados para bajas concentraciones de nanopartículas y pulsos laser aislados. En este trabajo se discuten los apartamientos de la señal acústica predicha por el modelo respecto de los resultados experimentales al aumentar la tasa de repetición de los pulsos, a valores elevados de fluencia y a concentraciones elevadas. Estos apartamientos se atribuyen al calentamiento del fluido en el entorno de las nanopartículas y a la dispersión de la radiación producida por las nanoburbujas. Estos resultados son relevantes para la estimación de la temperatura de la nanopartícula y el tamaño de la nanoburbuja.

## 402. Generación de nanopartículas de Fe por bombardeo iónico: un estudio multi-técnica

Candia A[1],Pomiro F[1],Montoro S[1],Passeggi (h) M C G[1],Ferrón J[1],Ruano G[1]

[1] *Instituto de Física del Litoral (CONICET-UNL)*

La pirita ($FeS_2$) es un mineral natural abundante, con estructura cristalina cúbica (grupo espacial *Pa3*), diamagnético y semiconductor en su forma nativa. Al tratarse de un material de bajo costo, es la materia prima en la producción industrial de hierro y ácido sulfúrico. Actualmente, debido a sus potenciales aplicaciones, es objeto de estudio en ciencia básica en un amplio espectro de temas que van desde la bioquímica primordial [1] hasta el desarrollo de semiconductores a escala nanométrica [2]. Nuestro estudio apunta a la generación de pequeños dominios magnéticos (de dimensiones nanoscópicas) de $Fe^0$ en pirita a partir de la reducción del $Fe^{2+}$ constituyente del mineral mediante el bombardeo con iones $He^+$. Para ello, se ha realizado un estudio multi-técnica de dicho proceso, generando y caracterizando tales nanopartículas (Nps).

En este trabajo presentamos resultados de la formación de Nps de $Fe^0$ sobre pirita en ultra alto vacío (UHV), a partir del bombardeo con iones $He^+$ de 1,0 a 4,5 keV de energía cinética. El estudio fue realizado abordando las siguientes técnicas: microscopía (STM) y espectroscopia túnel de barrido (STS), y espectroscopia de electrones Auger (AES) trabajando en condiciones de ultra alto vacío, y microscopías de fuerza atómica (AFM) y magnética (MFM) al aire. Luego de irradiar una muestra limpia de pirita natural con iones de $He^+$ de 1 keV de energía cinética, el estudio mediante STM permitió observar la formación de Nps granulares de aproximadamente 10 nm. Si bien esta técnica no es capaz de proveer información química de la superficie, es posible (a partir de STS) evaluar el carácter semiconductor o metálico de la muestra realizando curvas I-V. Estos experimentos mostraron que el carácter semiconductor ($E_{gap}$= 0,8 eV) original de la muestra transiciona a partir de la irradiación de la misma, observándose un carácter metálico de la superficie granulada. En las imágenes AFM de topografía en aire se observaron Nps granulares de tamaños algo mayores que las observadas por STM en UHV. A su vez, se observó contraste magnético en los experimentos de MFM, lo que indica que las nanopartículas de $Fe^0$ generadas en UHV al exponerlas al aire se oxidan a magnetita ($Fe_3O_4$), el único óxido de hierro magnético a temperatura ambiente. Además, se estudió la difusión de oxígeno dentro de la estructura, previamente bombardeada con iones $He^+$ a los diferentes valores de energía cinética ya mencionados, a través de perfiles de profundidad con AES, siguiendo la forma de la línea de las señales del $Fe_{M2,3VV}$ y del $O_{KLL}$.

Referencias

[1] M.J. Russell, A.J. Hall and A.P. Gize, *Nature* **344**, 387 (29 March 1990)
[2] L. Ding, X. Fan, X. Sun, J. Dua, Z. Liva and C. Tao, *RSC Adv.* **3**, 4534 (2013)

## 403. La importancia de la química de la superficie en la estabilidad de las fases y en la introducción de estados electrónicos activos en nanoparticulas de TiO2

Caravaca M A[1],Lowther J E[2],Ponce C A[3],Casali R A[3]
[1] *Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional del Nordeste*
[2] *DST-NRF Centre of Excellence in Strong Materials, University of the Witwatersrand*
[3] *Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura - Universidad Nacional del Nordeste*

Nano-partículas de TiO2 en las fases anatase y rutilo mejoran la difusión de iones, tienen aplicaciones fotocatalíticas e incluso jugan un rol en la producción de hidrógeno. La estructura anatase es preferida sobre otros polimorfismos para aplicaciones en celdas solares, debido a la mayor movilidad de los electrones, baja constante dieléctrica y baja densidad. La fase anatase tiene menor capacidad para adsorber oxígeno, un mayor nivel de Fermi y grado de hidroxilación [1].

En este trabajo estudiamos con un método ab-initio [2] las estabilidades relativas de nanoparticulas (NP) de anatase y rutilo de TiO2 sus propiedades estructurales y electrónicas. Las estructuras nano muestran cambios marcados en el gap de energía en comparación con el bulk Sin embargo, el carácter fundamental de la estructura de banda del polytipo se retiene a partir de 3 nm. Los cambios en la banda prohibida se relacionan principalmente a diferentes tipos de complejos, en los que el número y forma está en función de la estequiometría en la superficie. Se halla que la nanopartícula de anatase con estequiometría ideal y en un tamaño de 3 nm tiene una energía superficial menor a 0,1 Joule/m2 que la NP de rutilo. Este resultado que incluye en términos energéticos, la contribución superficial y la volumétrica, sugiere que la transición

esperada de nanoanatase a nanorutile en granos muy finos, requiere de partículas de un tamaño superior a 3 nm para estabilizar las de rutilo, en acuerdo con los experimentos.

Por otra parte analizando la estructura electrónica encontramos complejos específicos que introducen estados activos que se localizan también en un segundo gap, presente en la banda de conducción. Estos serian capaces de aumentar fotorreactividad, de modificar las tasas de inyección y la eficiencia de las celdas solares basadas en TiO2 para el tipo dye-sensitized photovoltaic cell.

[1] F.Angelis, C.Di Valentin, S.Fantacci, A.Vittadini, A.Selloni, Chemical Reviews 114, 9708 (2014).

[2] J. M. Soler, E. Artacho, J.Gale, A. García, J. Junquera, P. Ordejon and D. J. Sanchez-Portal. J. Phys.: Condens. Matter 14, 2745 (2002)

## 404. Mediciones preliminares de nanoestructuras semiconductoras para dosimetría nuclear

Jerez Fanciotti C A[1],Comedi D[2],Tirado M[3],Carrillo M A[1]

[1] *Nanoproject y Laboratorio de Transductores y Física Nuclear, FACET, UNT*

[2] *NanoProject y Laboratorio de Física del Sólido, Dep. de Física, FACET, Universidad Nacional de Tucumán, CONICET*

[3] *NanoProject y Laboratorio de Nanomateriales y de Propiedades Dieléctricas, Dep. de Física, FACET, Universidad Nacional de Tucumán, CONICET*

Las radiaciones ionizantes poseen la capacidad de modificar las propiedades físicas, químicas y biológicas de los materiales con los cuales interactúan. Su dosimetría es esencial para su correcto y seguro aprovechamiento, ya sea en esterilización o en tratamientos médicos.

El proceso de dosimetría consiste en acompañar la irradiación de una persona, o material, con un dispositivo sensible a la radiación llamado dosímetro. Se irradia por un tiempo establecido, produciéndose así la interacción de la radiación tanto, con el material a irradiar, como con el dosímetro. Pasado este tiempo, en el dosímetro se podrá "leer" la dosis absorbida por el material, evaluando la cantidad de energía absorbida por unidad de masa.

En este trabajo, se presenta la síntesis de nanoestructuras semiconductoras de ZnO y la evaluación de su comportamiento, dentro de una suspensión coloidal en agua, cuando son sometidas a distintos valores de microdosis de radiación gamma. Se realizó la correspondiente caracterización por espectrofotometría antes de irradiar y con distintos niveles de irradiación.

Resultados preliminares permiten establecer que la suspensión, al ser irradiada, presenta cambios apreciables en su espectro de absorbancia. Se presume que estos cambios se deben a reacciones de las nanoestructuras con radicales generados por la hidrólisis del agua, fruto de la irradiación. Para comprobarlo se irradiaron muestras de la misma suspensión con agregado de etanol como neutralizador de radicales. Se observó que la suspensión no presenta, en estas condiciones, prácticamente ningún cambio en su espectrofotometría con la irradiación.

La determinación de cambios en la suspensión, producto de la irradiación, nos permite pensar que las nanoestructuras de ZnO pueden presentar propiedades dosimétricas similares a los tradicionales dosímetros de solución acuosa, tales como Fricke, Dicromato de Potasio, etc. pero con una sensibilidad suficiente que posibilitaría la medición de microdosis.

## 405. Litografía de nanoesferas para la producción de estructuras periódicas de nanotubos de carbono

Monti F[1],Chavero L[1],Santorelli M L[1]
[1] *Universidade Federal de Santa Catarina*

La litografía de nanoesferas es una técnica muy utilizada en la poducción de diversos tipos de nanoestructuras periódicas como redes de puntos cuánticos, redes porosas, nanohilos, discos y arreglos densos o no de esferas. Esto tiene aplicaciones en cristales fotónicos, filtros moleculares, microreactores, catalizadores y células solares, entre otros. Por otra parte, debido al creciente uso de nanotubos de carbono en dispotivos electrónicos que aprovechan sus excepcionaes propiedades eléctricas y mecánicas, una nanoestructura formada por un arreglo espaciado y regular de nanotubos tiene importantes aplicaciones en la fabricación de pantallas de emisión de campo (FED) y de cátodos fríos para amplificadores de radiofrecuencia (RF), en pantallas planas, lámparas, tubos de descarga de gas y generadores de micro ondas. Uno de los objetivos de este trabajo fue usar la litografía de nanoesferas para producir un patrón espaciado y regular de material catalítico sobre el que se depositarán nanotubos de carbono a posteriori.

En general en los procesos litográficos tradicionales la obtención de estructuras de composición nanométrica exige el uso de flujo de electrones o rayos ultravioleta y requiere equipamientos caros y sofisticados, con métodos de fabricación muy complejos. En este trabajo desarrollamos un método para fabricar máscaras coloidales de espesura homogénea y controlada de una manera rápida y reproductible. La técnica desarrollada está basada en el método de spin-coating con confinamiento hidrofóbico [37]. A través de este proceso conseguimos sintetizar mascaras coloidales compuestas por nanoesferas con diámetros de entre 172nm y 756nm. Luego usamos la técnica de electrodeposición galvanostática y potenciostática para depositar níquel y cobre sobre la máscara coloidal. Durante este procedimiento se produce una nanoestructuración del material catalítico cuando el mismo llena los intersticios entre las nanoesferas. Al remover la máscara coloidal con tolueno queda conformado el arreglo espaciado y regular de material catalítico con las dimensiones buscadas (que naturalmente dependen no sólo de la carga depositada sino del tamaño de las nanoesferas). De esta manera cuando se realice el crecimiento de nanotubos de carbono sobre este material quedará conformado el patrón de nanotubos con las características espaciales requeridas.

[37] A. S. da Rocha. Magnetotransporte em sistemas nanoestruturados de Co/Cu. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Física Universidade Federal de Santa Catarina (2006).

## Mecanismos de conducción en dispositivos de memoria basados en interfaces metal-cobaltita

Acha C[1 2],Schulman A[3],Boudard M[4],Daoudi K[5],Tsuchiya T[3]

[1] *Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad de Buenos Aires*

[2] *Instituto de Física de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales CONICET- Universidad de Buenos Aires*

[3] *National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST), Tsukuba, Ibaraki 305-8565, Japan*

[4] *Laboratoire des Materiaux et du Genie Physique, Univ. Grenoble Alpes, LMGP, CNRS, Grenoble 38000, France*

[5] *Department of Applied Physics and Astronomy, University of Sharjah, P.O. Box 27272, Sharjah, United Arab Emirates*

La conmutación resistiva (CR) es el mecanismo que explica la existencia de memoria no volátil ligada a las propiedades memristivas de interfaces metal-óxido. En este trabajo se presentarán las propiedades de CR en función de la temperatura de interfaces de Ag / La1-xSrxCoO3 (LSCoO). El LSCoO estudiado corresponde a una película de 100 nm de espesor crecida mediante la técnica de MOD, totalmente relajada respecto de las tensiones introducidas por el sustrato (LaAlO3), sobre la que se realizaron contactos mediante pintura de Ag, conformando así dispositivos de memoria resistiva o ReRAM. Se fijaron estados de alta y baja resistencia en estos dispositivos a los que se les estudió la dependencia en temperatura de sus características corriente-voltaje (IV). Las dependencias no triviales observadas en las curvas IV pudieron reproducirse mediante un modelo circuital que incluye un elemento de conducción del tipo Poole-Frenkel y dos elementos óhmicos. Realizamos así una descripción microscópica de los cambios producidos por la CR, lo que permite visualizar a la zona interfacial como a una región donde se mezclan fases conductoras y aislantes, que a su vez producen contribuciones del tipo Maxwell-Wagner en las propiedades dieléctricas del dispositivo.

## 406. Mecanismos de transporte en cátodos de celdas de óxido sólido hechos de nanoestructuras de manganitas.

Martinelli H[1 2],Sacanell J[2 3],Lamas D[4 3],Leyva G[2 4]

[1] *Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad de Buenos Aires*

[2] *Departamento de Física de la Materia Condensada, CAC, CNEA-CONICET*

[3] *CONICET*

[4] *Escuela de Ciencia y Tecnología - Universidad Nacional de San Martín*

Las celdas de combustible son una de las fuentes generadoras de energía limpia más prometedoras, en particular celdas de comubustible de óxido sólido (SOFCs) han surgido como buenos candidatos en aplicaciones de gran envergadura debido a que permiten la oxidación directa de hidrocarburos sin necesidad de introducir una etapa previa de reformado de hidrógeno. El problema de estos nuevos dispositivos es la alta temperatura de operación ( 1000°C) y la degradación de los materiales producida por los ciclados térmicos a esas temperaturas. En los últimos años uno de los objetivos ha sido bajar la temperatura de operación, encontrando a la nanoestructuración de los cátodos como una posible solución. Los compuestos de La0.8Sr0.2MnO3 (LSMO) han sido muy estudiados, demostrando que son más estables y compatibles química y estructuralmente con diversos materiales electrolíticos. Como contraparte, son pobres conductores iónicos, lo que los limita al transporte en fase gaseosa en su uso como cátodo. En este trabajo estudiamos las

propiedades de cátodos hechos con LSMO nanoestructurado. Utilizamos dos vías de síntesis: por un lado desarrollamos nanoestructuras tubulares de diámetro submicrométrico formados por nanopartículas aglomeradas; y por otro sintetizamos nanopartículas por el método de liquid mix y el agregado de nitrato de amonio para desaglomerar las partículas. Nuestros resultados muestran que debido a la nanoestructura, la influencia de la difusión en fase gaseosa se hace despreciable. Adicionalmente, observamos similitudes entre el comportamiento de nuestro cátodo y otros formados por materiales compuestos [conductor electrónico+conductor iónico] o conductores mixtos iónicos y electrónicos que sugieren la aparición de conductividad iónica en el material. Finalmente, variaciones en el tamaño de grano de las partículas no parecen tener influencia en los procesos electroquímicos a temperaturas menores a 700°C.

## 407. Nanocintas de grafeno sobre dominios ferroeléctricos con forma de vórtices

Belletti G[1],Dalosto S[1],Tinte S[1]
[1] *Instituto de Fisica del Litoral*

La interfaz entre una nanocinta de grafeno con bordes zigzag (NGr-z) y la superficie (001) de una película ferroeléctrica de $PbTiO_3$ con polarización eléctrica ($P$) normal a la superficie, en configuración de monodominio y crecida sobre un electrodo metálico ha sido estudiada mediante métodos ab-initio [1]. Se ha encontrado que el dopado electrónico de la NGr-z está determinado no sólo por la dirección de la $P$ (la $P$ hacia abajo induce dopado tipo $p$ mientras la $P$ hacia arriba lo mantiene intrínseco), sino también por las características de la superficie ferroeléctrica limpia. Ésta además induce un cerramiento del gap de energía de la NGr-z debido al debilitamiento de los momentos magnéticos locales de los carbonos de bordes a medida que la $P$ aumenta. El estado fundamental antiferromagnético de la NGr-z es preservado sin rompimiento de la degeneración $\alpha$ - $\beta$. En cambio, si la película ultradelgada de $PbTiO_3$ está libre (sin electrodo) desarrolla dominios con $P$ normal a la superficie, que apuntan en sentidos opuestos y separados por paredes de dominios con forma de vórtices. Nuestros resultados muestran que dependiendo del tipo de dominio ferroeléctrico donde se ubique la NGr-z es posible variar su dopado electrónico entre próximo a tipo $n$ y próximo a tipo $p$. Más interesante aún, cuando se la ubica encima de un vórtice de $P$, encontramos una ruptura de la degeneración de espín: las bandas del espín $\alpha$ se separan, mientras las de espín $\beta$ se juntan. De esta manera se propone una forma de sintonizar las propiedades de una nanocinta de grafeno.

[1] G D Belletti, S D Dalosto and S Tinte, J. Phys.: Cond. Matter (2016).

## 408. Nanoestructuras de ZnO obtenidas mediante deposición electroforética

Real S[1],Espíndola O[1 2],Marín O[1 2],Comedi D[3 2],Tirado M[1 2]
[1] *NanoProject y Laboratorio de Nanomateriales y de Propiedades Dieléctricas, Dep. de Física, FACET, Universidad Nacional de Tucumán*
[2] *CONICET*
[3] *NanoProject y Laboratorio de Física del Sólido, Dep. de Física, FACET, Universidad Nacional de Tucumán*

El potencial de la nanotecnología depende sensiblemente de la habilidad de manipular átomos y nanopartículas con la mayor versatilidad posible durante el proceso de fabricación de las nanoestructuras, resultando la técnica de Deposición Electroforética (EPD) una herramienta muy valiosa

que no exige equipos sofisticados, lo que constituye una enorme ventaja para su aplicación en el desarrollo de dispositivos de nanotecnología de bajo costo. El método de EPD se basa en la aplicación de un campo eléctrico adecuado que mueve las nanopartículas cargadas dispersas en una suspensión coloidal hacia un electrodo de carga opuesta (sustrato), permitiendo de esta manera el moldeado de nanoestructuras y la obtención de formas y razones de aspectos diversos a través de un diseño cuidadoso de la geometría de los electrodos y la variación de los parámetros de la deposición (tiempo de deposición, intensidad de campo eléctrico, separación entre los electrodos, etc.). En este trabajo se fabrican suspensiones coloidales de nanopartículas de ZnO dispersas en iso-propanol mediante el método de Bahnemann [1]. Estas suspensiones son caracterizadas mediante propiedades fisicoquímicas (conductividad, pH, viscosidad, densidad, potencial Zeta, etc.), morfológicas (microscopia electrónica de barrido SEM, microscopia electrónica de transmisión TEM), composición estequiométrica (EDS, RX, etc.) y ópticas (absorbancia, fotoluminiscencia, etc.). Estas últimas permiten determinar diámetro promedio y distribución de diámetros de las nanopartículas. Luego mediante la utilización de estas suspensiones se fabrican nanoestructuras de ZnO a partir de la técnica de EPD. Para lograr este objetivo fue necesario el diseño y optimización de diversas celdas electroforéticas a fin de controlar la direccionalidad y la intensidad del campo eléctrico aplicado, para obtener nanoestructuras con espesor y morfología deseada. Finalmente, se obtuvieron dos tipos de nanoestructuras: films delgados y nanohilos, en los que se varió sistemáticamente los diferentes parámetros de deposición. Los sustratos usados para la fabricación de nanohilos son de Si en los que se depositan nanoislas de Au mediante sputtering para inducir un empaquetamiento ordenado de las nanopartículas con dirección preferentemente vertical al sustrato dando origen a los nanohilos. Las muestras obtenidas fueron caracterizadas mediante SEM, EDS y fotoluminiscencia [2]. El crecimiento de nanohilos semiconductores a temperatura ambiente posee un gran interés industrial debido a que minimiza costos de producción comparado con las técnicas convencionales y permite el uso de sustratos que no soportan altas temperaturas, tales como polímeros.

[1] Preparation and Characterization of Quantum Size Zinc Oxide: A Detailed Spectroscopic Study, D. Bahnemann et al, J. Phys. Chem. 91, 3789 (1987).

[2] Electrophoretic deposition of ZnO nanostructures: Au nanoclusters on Si substrates induce self-assembled nanowire growth, Claudia Sandoval, Oscar Marin, Silvina Real, David Comedi, Mónica Tirado. Materials Science & Engineering B, 187, 21-25 (2014). DOI: 10.1016/j.mseb.2014.04.002

## 409. Nanohilos Core- Shell de ZnO/MgO aplicados en un dispositivo electroluminiscente en el UV

Vega N[1],Tirado M[2],Comedi D[1]

[1] *Laboratorio de Fisica del Solidos, Dpto. Fisica, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán*

[2] *Laboratorio de Nanomateriales y Propiedades Dieléctricas, Facultad de Ciecnias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán*

El desarrollo de dispositivos eficientes con electroluminiscencia en la zona del UV-azul del espectro electromagnético, ha sido en los últimos años un gran desafío de la ciencia de los nanomateriales semiconductores y del desarrollo de la nanotecnología, llegando incluso a darse un premio Novel 2014 en reconocimiento del primer LED UV eficiente.[1] Dentro de este marco, el presente trabajo describe el desarrollo de un dispositivo electroluminiscente basado en nanohilos de ZnO, de 60nm de diámetro y 1,5 m de longitud en promedio. Este semiconductor posee un gap

de 3,34eV y una energía de ligación excitónica de 60meV, lo cual permite aprovechar la emisión excitónica a temperatura ambiente en el UV. A través de la técnica de transporte de vapor, estas nanoestructuras fueron crecidas perpendicularmente a un sustrato de Si-n, constituyendo así la parte tipo n del diodo. Por otro lado se empleó un polímero semiconductor, PEDOT, como el material tipo p, el cual fue estudiado previamente mediante curvas de corriente-tensión (IV) y medidas de la resistencia en función de la temperatura. Se describe el proceso llevado a cabo para la constitución del dispositivo y sus posteriores caracterizaciones ópticas y eléctricas. Del estudio de las curvas IV del sistema híbrido ZnO/PEDOT, a bajas y altas tensiones, se observa un comportamiento rectificante. Además, se obtuvieron espectros de electroluminiscencia para diferentes casos: nanohilos de ZnO con y sin recubrimientos de MgO. Este recubrimiento permite que la emisión debida a los defectos superficiales del ZnO, en el visible, sea suprimida, obteniéndose así, una electroemisión del LED de nanohilos solo en el UV. El sistema además es modelado mediante simulación numérica de sus propiedades electrostáticas, lo que complementa el estudio de las bandas de energía en la heteroestructura p-n.

[1] https://www.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/2014/advancedphysicsprize2014.pdf

## 410. Óxidos transparentes conductores con aplicaciones en la industria optoelectrónica: síntesis y caracterización

Alastuey P[1],Marín O[2 1 3 4],Carrillo M[5],Comedi D[2 4],Tirado M[2 1]

[1] *NanoProject y Laboratorio de Nanomateriales y de Propiedades Dieléctricas, Dep. de Física, FACET, Universidad Nacional de Tucumán*

[2] *Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas*

[3] *Laboratorio de Materiales a Nanoescala, Departamento de Ciencias de los Materiales, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile, Santiago, Chile.*

[4] *NanoProject y Laboratorio de Física del Sólido, Dep. de Física, FACET, Universidad Nacional de Tucumán*

[5] *NanoProject, Laboratorio de Transductores y Física Nuclear, Dto. de Física, FaCET, Universidad Nacional de Tucumán*

En este trabajo se presenta el proceso de fabricación y caracterización óptica y estructural de películas delgadas de $ZnO$ y $NiO$ con miras a su utilización como materiales conductores transparentes. También se describe el diseño, construcción y calibración de un sistema de dip-coating desarrollado para tal fin. Durante la fabricación del equipo, se evaluaron los parámetros claves de la técnica utilizada y, se entendieron los límites de aplicabilidad de la misma. En primer lugar se fabricó un dispositivo usando un motor paso a paso 28BYJ48 con un driver ULN2003 controlado por una placa microcontroladora Arduino Uno R3. Debido al limitado rango de velocidades de trabajo y a la precariedad de las piezas mecánicas de este prototipo, se procedió a hacer un segundo prototipo del dispositivo. La segunda versión se diseñó teniendo en cuenta las limitaciones de la anterior, se utilizó un sistema de ejes de acero inoxidable con bujes de bronce para minimizar el juego entre las piezas mecánicas y se utilizó un motor NEMA 17, estas modificaciones además de permitir conseguir una mejor calidad de las películas delgadas hicieron al equipo adaptable a un amplio rango de soluciones. Dado que se pretendía mejorar la usabilidad del dispositivo utilizando un control a distancia, se diseñó una aplicación para android con el fin de que ésta sirva para controlar el equipo desde un smartphone convencional comunicándose con el microcontrolador a través de un módulo bluetooth HC-05. Utilizando el dip-coater de fabricación propia se realizó la deposición de películas delgadas.Con el primer prototipo se fabricaron, a una velocidad de emer-

sión de $1cm/min$, muestras de $NiO$ en vidrio, $ZnO$ en vidrio y $ZnO$ en sustrato de silicio, utilizando soluciones de $0,1M$ de $NiCl_26H_2O$ en butanol y $0,35M$ de $ZnAc_22H_2O$ en etanol y dietanolamina $1:1$ en relación molar como estabilizante. Para las muestras de $NiO$ en vidrio, se estudió la variación de la morfología de las láminas obtenidas en función de la atmósfera utilizada en el recocido a $450°C$. Se estudió la morfología de las láminas delgadas de $ZnO$ en vidrio y en Silicio monocristalino. Se determinó que para trabajar con sustratos de silicio era necesario aumentar la velocidad de emersión por lo que se llevó a cabo una serie de modificaciones al dispositivo. Con el segundo prototipo de dip-coater se propuso la fabricación de 3 grupos de muestras: En el primero, se utilizó una solución de Acetato de Zinc $0,3M$ en etanol, se mantuvieron la atmósfera, temperatura y velocidad de trabajo constantes mientras se varió la cantidad de inmersiones (1, 4, 8). En el segundo se varió únicamente la velocidad de emersión. En el tercero se analizó el sistema $Ni_xZn_{1-x}O$ para $x = 0,00; 0,01; 0,02; 0,04; 0,10; 0,20; 0,30; 0,40; 0,50$ utilizando la misma atmósfera de sinterizado que en los anteriores, fijando la velocidad en $5cm/min$ y la cantidad de inmersiones en 4. Las muestras obtenidas fueron caracterizadas con Microscopía electrónica de barrido (SEM), difracción de rayos X (XRD) y fotoluminiscencia (PL). Se obtuvieron láminas delgadas homogéneas de $ZnO$ nanocristalinas de un espesor controlado de entre 50 nm hasta 200 nm. Mediante la medición de XRD se confirmó la presencia de la estructura cristalina tipo "Wurzita" con orientación preferencial de crecimiento en el plano (002) (a lo largo del eje "c"). Se identificó el régimen composito del sistema $Ni_xZn_{1-x}O$. Se detectó la fase cristalina del $NiO$ (fcc con motivo, tipo $NaCl$) en la muestra correspondiente a $x = 0,20$ a través del difractograma donde se pueden distinguir claramente los picos a $2\theta = 37,3°$ del plano $(111)$ y $2\theta = 43,3°$ del plano $(200)$. Se observó que el coeficiente de textura del plano cristalino preferencial, $TC_{<002>}$ llega a su mayor valor a concentraciones bajas de Níquel (1 %at).Se consiguió eliminar la emisión del $ZnO$ en el visible utilizando Níquel.

## 411. Películas delgadas de $\mathrm{TiO_2}$ infiltradas con nanopartículas metálicas: Estudio y control de sus propiedades eléctricas locales por CT-AFM

Linares Moreau M[1] [2],Granja L[1],Martínez E[3],Violi I[4],Fuertes M C[4],López Mir L[5],Ocal C[5],Levy P[1],Soler-Illia G[6]

[1] *Departamento de Física de la Materia Condensada, CAC, CNEA-CONICET*

[2] *Instituto de Tecnología Jorge A. Sabato - UNSAM*

[3] *Laboratorio de Bajas Temperaturas, Centro Atómico Bariloche - CONICET*

[4] *Gerencia Química, CAC - CNEA*

[5] *Institut de Ciència de Materials de Barcelona (ICMAB-CSIC)*

[6] *Instituto de Nanosistemas, UNSAM*

Las películas mesoporosas de $\mathrm{TiO_2}$ presentan un gran potencial de aplicación en varios campos, tales como catálisis, óptica, sensores y biomateriales, entre otros. La infiltración de NP dentro de ellas permite explotar las propiedades derivadas del tamaño y del confinamiento protegiéndolas simultáneamente del entorno. En este trabajo se presenta un estudio de los efectos locales en el transporte eléctrico y la topografía de películas delgadas mesoporosas (PDMP) de $\mathrm{TiO_2}$ infiltradas con nanopartículas (NP) metálicas de Au y de Ag, por medio de microscopía de fuerza atómica con punta conductora (CT-AFM) y microscopía de sonda Kelvin (KPFM). Estos estudios son relevantes en el desarrollo y caracterización de micro y nanodispositivos basados en $\mathrm{TiO_2}$ y en nanocompuestos $\mathrm{TiO_2}$-metal.

Las PDMP de $\mathrm{TiO_2}$ fueron sintetizadas por sol-gel y depositadas por dip coating sobre un sustrato de Si conductor. La infiltración con NP metálicas se realizó mediante métodos de reducción

suave de $AuCl_4^-$ y fotorreducción de iones $Ag^+$ en solución. En particular en este último es posible infiltrar selectivamente con Ag regiones del orden de micrones a través una máscara litográfica durante el proceso de fotorreducción [1]. Las características morfológicas de las muestras se estudiaron por SEM y elipsoporosimetía ambiental. Por CT-AFM y KPFM se estudió la topografía, el transporte eléctrico en la dirección perpendicular al plano del sustrato, y el potencial de contacto de la superficie. Estas mediciones se realizaron en atmósfera de humedad controlada.
Los resultados indican que en todos los sistemas estudiados es posible modificar localmente la resistencia eléctrica y la topografía mediante barridos de CT-AFM con diferentes voltajes. En el caso de las muestras infiltradas con NP de Ag, los resultados sugieren que los barridos de CT-AFM a tensiones altas generan una migración de iones $Ag^+$ hacia la superficie, modificando la topografía y la conducción de la región estudiada. Estudios previos en estas muestras confirmaron que el transporte se desarrolla tridimensionalmente dentro de la muestra [2]. Para el caso de las películas infiltradas con NP de Au, los resultados obtenidos por KPFM muestran que es posible identificar las zonas donde hay nanoislas de Au enterradas bajo la superficie de $TiO_2$, sin modificar las propiedades de la muestra. Se estudiaron también las PDMP sin infiltrar pudiendo determinar que existe un efecto similar de modificación local de las propiedades eléctricas y la topografía, que depende fuertemente de la porosidad de la película y la presencia de agua dentro de los poros durante el experimento [3].

[1] Martinez, E. D., Bellino, M. G., Soler-Illia, G. J. A. A., Appl. Mater. Interfaces 1 (4), 746-749 (2009).
[2] Martinez, E. D., Granja, L., Bellino, M. G., Soler-Illia, G. J. A. A., Phys. Chem. Chem. Phys. 2 (43), 14445-14448 (2010).
[3] Linares Moreau, M. M., Granja, L. P., Fuertes, M. C., Martínez, E. D., Ferrari, V., Levy, P. E., Soler-Illia, G. J. A. A., J. Phys. Chem. C 119 (52), 28954-28960 (2015).

## 412. Propiedades Eléctricas y Morfológicas de Nanohilos de ZnO estudiadas por C-AFM

Tosi E[1 2],Hývl M[3],Fejfar A[3],Tirado M[4 2],Comedi D[1 2]
[1] *NanoProject y Laboratorio de Física del Sólido, Dep. de Física, FACET, Universidad Nacional de Tucumán*
[2] *CONICET*
[3] *Institute of Physics, Academy of Sciences of the Czech Republic, Czech Republic*
[4] *NanoProject y Laboratorio de Nanomateriales y de Propiedades Dieléctricas, Dep. de Física, FACET, Universidad Nacional de Tucumán*

Las nanoestructuras de ZnO son prometedores candidatos para el desarrollo de nuevos dispositivos optoelectrónicos debido a sus propiedades eléctricas y ópticas únicas. En este trabajo presentamos una caracterización eléctrica complementaria de nanohilos (Nhs) individuales de ZnO en posición vertical respecto del sustrato de crecimiento, y transferidos sobre el sustrato (recostados en el plano del sustrato), utilizando microscopía de fuerza atómica conductora (C-AFM). Inicialmente, las propiedades eléctricas de los arreglos de Nhs de ZnO se caracterizaron a partir de mapas de corriente bidimensionales que se registraron de manera simultánea con la topografía, adquirida con el AFM en modo contacto. Además, se utilizó C-AFM para determinar las propiedades corriente-voltaje (I-V) locales tanto en los Nhs verticales como en los transferidos. La caracterización I-V reveló propiedades similares a las de un diodo Schottky. Se presenta una discusión detallada de las propiedades eléctricas de las nanoestructuras a partir de las curvas I-V

locales y los mapas de corriente 2D tomados sobre áreas específicas de las muestras.

## 413. Siliciuro de fullerenos: depósito y caracterización

Di Liscia E J[1 2],Huck Iriart C[3 2],Reinoso M[3 1 2],Halac E B[1],Huck H[1 2]
[1] *Centro Atómico Constituyentes, Comisión Nacional de Energía Atómica*
[2] *Escuela de Ciencia y Tecnología - Universidad Nacional de San Martín*
[3] *CONICET*

Motivados por las propiedades predichas para una estructura cristalina de moléculas de fullerenos ($C_{60}$) enlazadas por átomos de silicio, se ensayan depósitos y se los caracteriza mediante distintas técnicas.

Se realizan depósitos evaporando $C_{60}$ prístino en una atmósfera de silicio, obtenido por la descomposición de silano ($SiH_4$) en un filamento caliente. Se utilizan como sustratos obleas de silicio y germanio cristalino con orientación (100). Se realizan ensayos polarizando los sustratos a tensiones entre 0 y 30 V.

Posteriormente, algunos de los depósitos son recocidos en vacío a 500 $^oC$, temperatura superior a la de evaporación de fullerenos prístinos, para descartar moléculas ligadas por enlaces van der Waals.

El material obtenido es analizado mediante las técnicas de microscopia electrónica de barrido (SEM - EDS), difracción de rayos X rasante (XRD), espectroscopia de fotoelectrones emitidos por rayos X (XPS) y espectroscopia Raman.

Se detecta la presencia de carbono y silicio en superficie (EDS), evidenciando que este último se ha incorporado en la matriz sólida. Por espectroscopia Raman, se confirma que los fullerenos mantienen su identidad; por otra parte, se descarta la segregación de silicio, al no observarse bandas correspondientes a enlaces Si-Si. El contenido de C, Si y O en profundidad es analizado mediante XPS.

Se presentan las estructuras de mínima energía de estos compuestos, obtenidas mediante simulaciones de dinámica molecular utilizando potenciales de Tersoff.

## 414. Síntesis de nanopartículas de paladio por reducción térmica

Sánchez Morales J F[1],Gutierres Ayesta C[2],Sánchez M D[1]
[1] *IFISUR, Universidad Nacional del Sur, CONICET, Departamento de Física, Av. Alem 1253, 8000 Bahía Blanca, Argentina*
[2] *Laboratorio de Microscopía Electrónica, CONICET CCT-Bahía Blanca*

Los métodos químicos de síntesis de nanopartículas (NPs) permiten obtener tamaõs de partícula $< 5$ nm, sin embargo la selectividad al tamaño, morfología y pureza del material obtenido es poco discutido en la bibliografía. Estos métodos emplean en general, un precursor del metal (disuelto en algún solvente), al cual se le adicionan sustancias reductoras y protectoras que permiten la formación de las nanopartículas metálicas, evitando su agregación o crecimiento [1,2,3]. Este procedimiento permite controlar el tamaño y la morfología de las NPs, pero los posibles residuos adsorbidos sobre la superficie, las interacciones de estos compuestos y su posible interferencia en potenciales aplicaciones son motivo de estudio. Resultados preliminares muestran que una reducción por calentamiento de la mezcla precursora de sales metálicas, podriía complementar el efecto del agente reductor y permitiendo disminuir las cantidades de compuestos adsorbidos. Se realizaron pruebas con este método, sometiendo a calentamiento controlado diferentes soluciones del compuesto precursor ($PdCl_2$ - etilenglicol) sin otros agentes reductores o protectores. La

temperatura se varió entre 25 °C y 170 °C. El efecto reductor del etilenglicol, se incrementa a medida que la temperatura de la mezcla aumenta, lo que se puede identificar por los cambios de coloración de la solución de paladio (de amarillo brillante a negro oscuro). El proceso se siguió por espectroscopía UV-vis. La atenuación de las señales correspondientes al Pd(II), en los espectros del análisis, indican la reducción del paladio por efecto de la temperatura del sistema. Solo se logroó la completa reducción del paladio a temperaturas superiores a 170 °C, obteniéndose un material agregado con tamaños promedio de 800 $\mu$m. Si bien los tamaños de los agregados son grandes, análisis posteriores de DRX y microscopía electrónica TEM comprobaron que se trata de un material formado por agregados partículas más pequeñas, constituidos a su vez por nanopartículas de paladio de alta pureza. El método resulta efectivo en cuanto a calidad de las nanopartículas, aunque la concentración de los componentes reactivos debe ajustarse para lograr una adecuada dispersión del material que evite el aglomeramiento.

Referencias

[1] M. Brust; M. Walker; D. Bethell; D. Schiffrin; R. Whyman. Chem. Soc., Chem. Comm., (1994) 801-802.
[2] Corthey, G. J. Phys. Chem. C., 116 (2012) 9830-9837.
[3] LJ. Chen, CC. Wan, YY. Wang. J. Colloid Interface Sci., 297 (2006) 143-150.

## 415. Síntesis de nanotubos de carbono sobre fibras de carbono a bajas temperaturas

Monti F[1],Felisberto M[1],Goyanes S[1]
[1] *Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad de Buenos Aires*

Compuestos poliméricos reforzados con fibras de carbono son ampliamente aplicados en las industrias de construcción, aeroespacial y automotriz. Debido a sus excelentes propiedades mecánicas, las fibras de carbono son utilizadas para mejorar la resistencia, rigidez y fatiga en compuestos poliméricos. Sin embargo, estos compuestos poliméricos laminados son susceptibles a delaminación y a la iniciación/propagación de fisuras debido a la baja adhesión entre las fibras y la matriz polimérica. Entre varias técnicas desarrolladas en los últimos años para mejorar la adhesión en la interface fibras/matriz, una de las más promisorias es la síntesis de nanotubos de carbono (NTC) sobre la superficie de las fibras. Sin embargo las altas temperaturas tradicionalmente involucradas en los métodos de síntesis de los NTC degradan las propiedades mecánicas de las fibras de carbono.

En este trabajo presentamos los resultados en la síntesis de NTC sobre la superficie de fibras de carbono utilizando un proceso de deposición química en fase vapor (CVD) modificado, que permite la síntesis de los NTC a bajas temperaturas. Las nanopartículas catalíticas de níquel fueron depositadas a temperatura ambiente por un proceso desarrollado en nuestro grupo con la técnica de sputtering. Estas nanopartículas son catalíticas para el crecimiento de los NTC a temperaturas tan bajas como 450 °C, evitando las altas temperaturas del CVD tradicional que comprometen las propiedades mecánicas de las fibras. Los procesos de deposición de las nanopartículas y de síntesis de los NTC, dieron origen a dos patentes internacionales entre CONICET/ UPV-EHU [1,2]. Además se utilizaron las fibras recubiertas con nanotubos de carbono para la preparación de compuestos de matriz epoxi utilizando un sistema DGEBA/IPDA.

[1]Felisberto M, et al. Procedimiento de deposición de nanopartículas metálicas por deposición física en fase vapor y procedimiento de generación de rugosidades. Patente España, P201231223, 2012

[2] Felisberto M, et al. Uso de nanopartículas metálicas depositadas sobre un substrato para la síntesis de nanoestructuras y procedimiento de síntesis de dichas nanoestructuras. Patente España, P201231222, 2012.

## 416. Síntesis y caracterización de nanopartículas de Pt y otros metales soportadas sobre C Vulcan mediante XPS, TEM, VC,LSV y CA

Montes P[1],Asteazaran M[2],Cespedes G[2],Moreno M[3],Castro Luna A M[2],Bengió S[4]

[1] *Instituto Balseiro - Universidad Nacional de Cuyo*

[2] *Instituto de Investigaciones Fisicoquímicas Teóricas y Aplicadas (INIFTA), CONICET - UNLP*

[3] *Centro Atómico Bariloche - CONICET, Comisión Nacional de Energía Atómica*

[4] *Centro Atomico Bariloche - Comisión Nacional de Energía Atómica*

Se sintetizaron nanopartículas soportadas para ser utilizados como cátodos en celdas de combustible de metanol directo de PtM/C y PtMRu/C mediante métodos que usan etilenglicol (metodo1) o etilenglicol y borohidruro de sodio (método 2), con M = Co o Fe, y se caracterizaron mediante: Voltametría Cíclica (VC), Barrido Lineal de Potencial (LSV), y Cronoamperometría (CA), Microscopía Electrónica de Transmisión (TEM) y Espectroscopia de Fotoelectrones excitados con rayos X (XPS). La mejor respuesta electrocatalítica para la reducción de O2 en presencia de metanol se obtuvo en las muestras sintetizadas por el método 2. Se analizó la composición química de estos sistemas analizando en detalle los espectros de Pt4f, Co2p, Fe2p, Ru3d y nivel de Fermi. Los resultados indican que la presencia de Pt y otros elementos de transición en estado metálico podría estar correlacionada con un aumento en la actividad catalítica para la reacción de reducción de O2 en presencia de metanol. La mayor proporción de elementos reducidos se encontró en las muestras PtCoRu/C sintetizadas mediante el método 2. Además, en las nanopartículas que contienen Ru se observó que la componente metálica del Pt4f y la banda de valencia está desplazada hacia mayores energías de ligadura y la componente metálica del Pt4f es más ancha, lo cual evidencia un menor tamaño en las nanopartículas de Pt con contenido de Ru.

## 417. Síntesis y estudio de NPs de ZnO y ZnO dopado con Ta

Richard D[1],Romero M[1],Faccio R[1]

[1] *Centro NanoMat, DETEMA, Facultad de Química, Universidad de la República, Uruguay*

El ZnO es un semiconductor multifuncional que resulta atractivo por sus potenciales aplicaciones tecnológicas, su estabilidad química y térmica, abundancia y bajo costo [1-2]. Sus propiedades electrónicas, magnéticas y ópticas pueden ser modificadas variando las dimensiones de las partículas del material o realizando dopajes con átomos-impurezas [1]. Por lo tanto se vuelve de interés producir nanopartículas (NPs) de este óxido y analizar su crecimiento bajo diferentes tratamientos. En este sentido, el método sol-gel es una ruta de síntesis que se caracteriza por su simplicidad y bajo costo [2].

En este trabajo presentamos un estudio preliminar de la síntesis y crecimiento de NPs de ZnO y ZnO dopado con Ta, producidas por medio del método sol-gel en medio acético. La caracterización se realiza utilizando difracción de rayos X de polvo, microscopía Raman Confocal y Microscopia de Fuerza Atómica.

Por otro lado, la caracterización de estos materiales es complementada con un estudio teórico de primeros principios, utilizando diferentes metodologías y parametrizaciones para modelar estos sistemas, todo ello en el marco de la Teoría del Funcional Densidad.

La metodología teórica y experimental utilizada para abordar estos sistemas permite analizar en profundidad las diferentes propiedades estructurales, electrónicas e hiperfinas de estos materiales.

[1] Ü. Özgür et al., J. Appl. Phys. 98, 041301 (2005).

[2] A. Kołodziejczak-Radzimska y T. Jesionowski, Materials 7, 2833 (2014).

## 418. Transición sólido-líquido en clusters de oro: simulaciones con Dinámica Molecular y modelado "cuasi-químico"

Bertoldi D S[1],Millán E[2],Fernández Guillermet A[3]

[1] *Instituto de Investigación y Desarrollo en Ingeniería de Procesos, Biotecnología y Energías Alternativas - CONICET - UNCo*

[2] *Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad Nacional de Cuyo*

[3] *Centro Atómico Bariloche - CONICET, Comisión Nacional de Energía Atómica*

El desarrollo de modelos para establecer y sistematizar las propiedades de nanoclusters es un tema de interés teórico y práctico. En particular, interesa el desarrollo de marcos integrados que permitan describir los efectos de tamaño sobre las propiedades físico-químicas de los clusters. Siguiendo esta línea, se propone un modelo que permite representar la fusión de clusters metálicos de elementos. En dichos sistemas la transición sólido/líquido ocurre en un intervalo de temperaturas [1-3], en contradicción con lo que indica la Regla de las Fases de Gibbs para sistemas macroscópicos. Para abordar este problema, se ha planteado la posibilidad de abandonar el concepto de "fase" [4] e interpretar el sistema en términos de la coexistencia de dos componentes, a saber, los átomos "tipo-sólido" y los del "tipo-líquido". En este trabajo se explora la aplicabilidad de este enfoque a la transición sólido/líquido en clusters de Au. A tal fin se caracterizan los átomos "tipo-sólido" como estados de baja energía y alta coordinación y los "tipo-líquido" como estados de alta energía y baja coordinación. La coexistencia sólido/líquido y el efecto de la temperatura sobre las cantidades relativas de dichos átomos se describen mediante un enfoque "cuasi-químico" que involucra una forma apropiada de la constante de equilibrio y de la ecuación de Van't Hoff. Posteriormente, se confrontan las predicciones del modelo con simulaciones de Dinámica Molecular de clusters esféricos de Au. Se encuentra un excelente acuerdo entre el modelo y los resultados numéricos, lo que permite, no sólo describir la transición sólido/líquido, sino también evaluar la diferencia de energía y entropía entre los átomos "tipo-sólido" y "tipo-líquido" y sus dependencias con el tamaño del cluster.

[1] D.H.E. Gross. Microcanonical Thermodynamics: Phase transitions in "small" systems, World Scientific, 2001.

[2] M. Schmidt and H. Haberland. Comptes Rendus Physique, 3(3): 327-340, 2002

[3] S. Berry and B. Smirnov. Coexistence of cluster phases. Phase Transitions of Simple Systems, 179-198, 2008.

[4] S. Berry and B.Smirnov. The Journal of Chemical Physics, 114(15): 6816-6823, 2001.

# METALES, SUPERCONDUCTORES, FÍSICA DE BAJAS TEMPERATURAS

MIÉRCOLES 05 17:00 - 18:00 hs y JUEVES 06 14:30 - 18:00 hs. Block 1 y Block 2

## 419. Camino de solidificación de aleaciones Sn-$Cu_6Sn_5$

Aguilar D J[1 2],Fornaro O[2 3]

[1] *Facultad de Ciencias Exactas - Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires*

[2] *Instituto de Física de Materiales de Tandil - Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires*

[3] *Centro de Investigaciones en Física e Ingeniería del Centro de la Pcia. de Buenos Aires (CIFICEN), UNCPBA - CONICET, Tandil, Argentina*

La familia Sn-Cu forma parte de las aleaciones libres de plomo propuestas como sustituto de las típicamente utilizadas como aporte de soldadura de elementos electrónicos, basadas en el sistema Sn-Pb, y como tal su estudio despierta interés tanto académico como tecnológico. Desde el primer punto de vista, se puede decir que el sistema Sn-Cu forma distintas fases intermetálicas, como $Cu_3Sn$ ($\epsilon$) y $Cu_6Sn_5$ ($\eta$) en el rango de concentración de Cu que va hasta el 39.11 % (en peso). Particularmente la fase $\eta$ : i) puede ser utilizada como electrodo negativo en baterías Li-ion formando compuestos del tipo $(Co,Ni)_xCu_{6-x}$-x$Sn_5$; ii) forma parte del eutéctico Sn-Cu; iii) reacciona rápidamente con el sustrato de Cu, lo que influye en el proceso de soldadura a partir de lo que se conoce como *"mojado reactivo"*. Obtener esta fase desde el líquido a partir de la composición correspondiente resulta muy dificultoso, ya que posee una temperatura de formación menor que la de *líquidus* para esa composición. Esto significa que durante el enfriamiento desde el líquido se formará como fase primaria la fase $Cu_3Sn$, que es la estable en esas condiciones. Posteriormente la fase $\eta$ se formará como consecuencia de la descomposición de la $\epsilon$. Otro punto de interés académico resulta de la transformación en estado sólido de hexagonal a monoclínico a la temperatura de 186°C, que puede afectar la estabilidad mecánica del sistema. En este trabajo se propone el estudio del camino de solidificación de aleaciones Sn-Cu de diferente composición a partir de cálculos termodinámicos en condiciones de equilibrio, demostrándose que según cada caso sería posible obtener distintas fracciones de la fase $\eta$, como se pudo observar experimentalmente en trabajos previos.

## 420. Correlaciones y universalidad de parámetros termodinámicos de elementos e intermetálicos: Predicciones de un modelo analítico versus experimentos y resultados ab initio

Bertoldi D S[1],Ramos S[2 1],Lemus V[1],Fernández Guillermet A[3]

[1] *Instituto de Investigación y Desarrollo en Ingeniería de Procesos, Biotecnología y Energías Alternativas - CONICET - UNCo*

[2] *Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional del Comahue*

[3] *Centro Atómico Bariloche - CONICET, Comisión Nacional de Energía Atómica*

Se presenta un modelo de Einstein modificado que permite tratar el efecto del cambio de volumen V sobre las propiedades cohesivas y vibracionales de sólidos cristalinos. Este modelo cuasiarmónico permite estudiar propiedades termodinámicas que el modelo de Einstein conven-

cional no incluye, en particular, la formulación de una ecuación de estado (EOS). El modelo incluye dos parámetros: $u_0$, relacionado con la energía cohesiva y $\gamma_E$, que describe la dependencia volumétrica de la temperatura característica $\theta_E$. La energía $u_0$ se describe en función de la distancia mediante una función $F(z)$ que involucra el radio de Wigner-Seitz y una longitud característica que depende del material; tal como sugirieron tiempo atrás Rose et. al. [1,2]. Usando este sólido de Einstein modificado, y con suposiciones generales sobre $F(z)$ y sus derivadas, se deducen correlaciones que involucran la energía cohesiva ($E_{coh}$) y los parámetros de la EOS; en particular, el módulo de compresión ($B$), el coeficiente de expansión isobárico ($\alpha$) y el coeficiente de presión del módulo de compresión ($B_0'$). Estos resultados teóricos se comparan críticamente con datos experimentales de la literatura sobre metales y con cálculos ab initio de elementos metálicos. Específicamente, utilizando el método PAW ("projector augmented-wave method") [3] implementado en el código VASP ("Vienna Ab initio Simulation Package") [4], se obtienen las relaciones energía versus volumen, la $E_{coh}$ y los demás parámetros de la EOS para varios elementos de transición con estructuras hcp, bcc y fcc, y para un gran número de compuestos intermetálicos binarios de los sistemas Cu-In, Cu-Sn, Ni-In y Ni-Sn.
Se encontró un acuerdo significativo entre las predicciones del modelo cuasiarmónico, los datos experimentales y la información ab initio; lo cual sugiere que el tratamiento adoptado incorpora los ingredientes clave de la física del problema.

[1] J.H. Rose, J.R. Smith, F. Guinea, J. Ferrante, Phys. Rev. B. 29 (1984) 2963.
[2] P. Vinet, J.R. Smith,. Ferrante, J.H. Rose, Phys. Rev. B. 35 (1987) 1945
[3] P.E. Blöchl, Phys. Rev. B, 50 (1994) 17953-17979
[4] G. Kresse, J. Furthmüller, Comput. Mater. Sci., 6 (1996) 15-50

## 421. Cuellos de botella en la Entropía magnética de sistemas Frustrados a $T \to 0$

Sereni J G[1]
[1] *Laboratorio de Bajas Temperaturas del Centro Atomico Bariloche (CNEA)*

La búsqueda de *Puntos Críticos Cuánticos* potenció la investigación de sistemas magnéticos a muy bajas temperaturas ($T < 1$ K). Como consecuencia un número significativo de compuestos inter-metálicos de Ce e Yb, que no se ordenan magnéticamente, fueron reconocidos como *Fermiones-Super Pesados* (FSP) por la enorme densidad de estados de baja energía observada a través de su calor específico: $6 \leq C_m/T|_{T\to 0} \leq 12$ J/molK$^2$. Los FSP se distinguen de los usuales *Fermiones Pesados* (FP con $C_m/T|_{T\to 0} \leq 3$ J/molK$^2$) en varios aspectos además de los valores de $C_m/T|_{T\to 0}$ mencionados. i) La dependencia térmica de $C_m(T)/T$ de los FSP crece siguiendo una *ley de potencias* ($\propto 1/T^Q$, con $1 \leq Q \leq 2$) a $T > 1$ K, mientras que los FP que se comportan como *Non-Fermi-Liquids* (NFL) muestran una dependencia logarítmica: $\propto -ln(T/T_0)$. ii) Otra diferencia intrínseca se encuentra en la forma de escalearse ("scaling"). Mientras los NFL se pueden escalear respecto de una energía característica $T_0$, es decir con una temperatura reducida $t \equiv T/T_0$ [1], los FSP lo hacen sobre su exponente 'Q'. iii) En los NFL, la dependencia $C_m \propto -T \times ln(T/T_0)$ hace que su calor específico $C_m|_{T\to 0} \to 0$, mientras que el carácter divergente de $C_m(T)/T \propto 1/T^Q$ en los FSP extrapola a un valor de $C_m|_{T\to 0} > 0$ para todos los valores del exponente 'Q' obtenidos experimentalmente. Esta última característica hace que la Entropía ($S_m$) de los FSP encuentren un *Cuello de botella Entrópico* [2] impuesto por la 3ra. Ley de la Termodinámica. Esto ocurre porque, de seguir creciendo la enorme densidad de estados acumulados a baja energía descripta por la *ley de potencias* observada, el total de entropía involucrada superaría los grados de libertad disponibles en el estado fundamental doblete ($S_m \equiv Rln2$)

de los compuestos estudiados. Esta restricción lleva a $S_m(T)$ a cambiar su trayectoria térmica a $T \to 0$ a fin de que se cumpla que $S_m|_{T\to 0} \geq 0$. Dicho cambio de trayectoria en $S_m(T)$ no es inducido por interacciones magnéticas como en una típica transición de segundo orden, sino porque el sistema es impelido a deslizarse en forma continua a algún mínimo de energía libre alternativo a través de una transición con carácter de tercer orden. En éste trabajo se analizan los $C_m/T|_{T\to 0}$ de alrededor de 10 compuestos de Ce e Yb con estructuras cristalinas que, por sus configuraciones geométricas, favorecen la *frustración magnética*.

[1] J.G. Sereni, C. Geibel, M. Gómez Berisso, O. Trovarelli, F. Steglich, Physica B **230** (1997) 580.

[2] J.G. Sereni, J. Low Temp. Phys. **179** (2015) 126-137.

## 422. Efecto de la tensión uniaxial en el superconductor $\beta$-FeSe.

Amigó M L[1 2],Haberkorn N[1 2],Nieva G L[1 2]

[1] *Instituto Balseiro - Universidad Nacional de Cuyo*

[2] *Laboratorio de Bajas Temperaturas del Centro Atomico Bariloche (CNEA)*

El compuesto $\beta$-FeSe es un miembro de la familia de superconductores basados en hierro descubierta en 2008 [1]. Esta familia de superconductores fue una gran revolución debido a las altas temperaturas críticas ($Gd_{1-x}Th_xFeAsO$ con $T_c \simeq 56K$ [2]) y a su similitud con los cupratos superconductores. El compuesto $\beta$-FeSe tiene una temperatura crítica superconductora de $T_c \simeq$ 9 K y presenta una transición estructural de tetragonal a ortorrómbica alrededor de $T_s \simeq 90$ K. La transición estructural está promovida por una transición nemática en el sistema electrónico, está en debate si el origen de esta nematicidad es debido a fluctuaciones orbitales o de espín. Otra propiedad interesante de este compuesto es la respuesta a la presión hidrostática, la temperatura crítica aumenta hasta 38.3 K para una presión del orden de 6 GPa [3]. Estas observaciones hacen que sea relevante realizar mediciones de la anisotropía de la resistividad en el plano cristalino ( $a, b$) a lo largo de la transición estructural. En este trabajo presentamos resultados de la resistividad de los ejes cristalinos $a$ y $b$ en función de la temperatura al aplicar una tensión uniaxial en el plano del cristal en una de las dos direcciones cristalográficas $a$ o $b$ de la fase ortorrómbica. Además analizamos el efecto de un campo magnético aplicado en la dirección del eje $c$ perpendicular al plano en el que se mide la resistividad.

Referencias:

[1] Y. Kamihara et al, J. Am. Chem. Soc. 130, 3296 (2008).

[2] C. Wang et al, Europhys. Lett. 83 (2008), p. 67006.

[3] J.P. Sun et al, arXiv:1512.06951v1 (2015)

## 423. Efecto del envejecimiento en la pseudoelasticidad de CuAlNi con memoria de forma

Schmidt J[1],Spano M D[1],Corro I[2],Araujo V E A[2],Gastien R[2]

[1] *Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad de Buenos Aires*

[2] *Centro de Investigación en Sólidos, Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas para la Defensa, UNIDEF (CONICET-MINDEF)*

Las aleaciones con composiciones químicas alrededor de Cu-14Al-4Ni (%peso) presentan interesantes propiedades como la pseudoelasticidad y el efecto de memoria de forma, que pueden ser aprovechadas para su utilización en sensores o actuadores a altas temperaturas. Es por eso que

resulta relevante caracterizar las modificaciones introducidas en el comportamiento del material al someterlo a determinados rangos de temperatura.

Tanto la memoria de forma como la pseudoelasticidad son consecuencia de una Transformación Martensítica (TM) de carácter reversible inducida a partir de una fase madre metaestable. Una de las formas de inducir la transformación es mediante la aplicación de carga mecánica hasta superar un valor al cual comienza la TM. Esta carga de transformación tiene una tensión crítica asociada que depende linealmente de la temperatura a la que se realiza el ensayo, obedeciendo una ecuación del tipo Clausius Clapeyron. Una óptima caracterización mecánica del material requiere conocer las rectas que surgen de la relación tensión crítica-temperatura.

Este trabajo se enmarca en el estudio de los efectos de tratamientos térmicos (TT) a 473K de una aleación Cu-14,3Al-4,1Ni (%peso) y fue realizado como parte de las materias Laboratorio 6 y 7 de la Lic. en Cs. Físicas. Tiene como objetivo analizar si existen modificaciones en las rectas de tensión crítica-temperatura que llevaría a consecuencias en la respuesta mecánica de un actuador hecho con estos materiales. Las mediciones se realizaron en una máquina universal de ensayos que permite realizar ciclos pseudoelásticos en modo tracción y registrar simultáneamente la fuerza aplicada y deformación. La temperatura fue controlada por medio de mordazas calefactoras que sujetan la muestra y registrada con una termocupla adherida a la misma. De cada ciclo pseudoelástico se determina la tensión crítica y la temperatura de ensayo, dato que contribuye a un punto de la recta de Clausius Clapeyron. Se repite este procedimiento luego de sucesivos TT para analizar si existen modificaciones.

## 424. Estudio de aleaciones de Mo-U mediante potenciales interatómicos

Fernández J R[1 2 3],Pascuet M I[1 3]

[1] *Centro Atómico Constituyentes, Comisión Nacional de Energía Atómica*

[2] *Instituto de Tecnología Jorge A. Sabato - UNSAM*

[3] *CONICET*

Las aleaciones de alta densidad y bajo enriquecimiento de U constituyen un prototipo de material combustible bajo estudio en reactores nucleares experimentales. El U puro es un elemento químico que presenta varias transformaciones alotrópicas con la temperatura: la fase $\alpha$, de estructura ortorrómbica, estable hasta los 940K; la fase $\beta$, tetragonal, que aparece entre los 940K y los 1045K; y la fase $\gamma$, cúbica de cuerpo centrado (bcc), estable hasta la temperatura de fusión a 1405K. Cuando se agrega un porcentaje bajo de un elemento de transición (Cr, Nb, Mo, Zr, Ti), se logra estabilizar la fase $\gamma$ hasta bajas temperaturas. La fase bcc es tecnológicamente más importante por sus buenas propiedades mecánicas y resistencia a la corrosión. De los aleantes estudiados, el más prometedor en cuanto a la estabilidad de la aleación es el Mo.
En este trabajo, se desarrollan potenciales del tipo MEAM [1] para modelar aleaciones de Mo-U a nivel atómico. El potencial para U puro se desarrolló en un trabajo anterior [2], mientras que el de Mo puro y el de la interacción entre Mo y U se obtienen en el presente estudio. Los potenciales para los elementos puros ajustan parámetros de red, energías de cohesión, constantes elásticas y energías de formación y migración de defectos puntuales. También se tiene en cuenta la estabilidad de las estructuras de bajas temperaturas (ortorrómbica para U y bcc para Mo) frente a otras que compiten en energía. La interacción cruzada Mo-U ajusta parámetros de red y energía de formación del único intermetálico del sistema, $MoU_2$ (tetragonal), y la entalpía de formación de la fase bcc desordenada en función de la composición. Con estos potenciales, se estudia la capacidad del Mo para retener la fase $\gamma$ del U a bajas temperaturas.

[1] M. I. Baskes, Phys. Rev. B 46 (1992) 2727; B-J. Lee y M. I. Baskes, Phys. Rev. B 62 (2000) 8564; B-J Lee, M.I. Baskes, H. Kim, Y. K. Cho, Phys. Rev. B 64 (2001) 184102.

[2] J. R. Fernández y M. I. Pascuet, Modelling Simul. Mater. Sci. Eng. 22 (2014) 055019.

## 425. Estudio de la densidad de corriente crítica $J_c$ y la relajación magnética en monocristales de $\beta$-FeSe con y sin defectos producidos mediante irradiación con protones

Haberkorn N[1 2],Amigó M L[1 2],Suarez S[1 3],Nieva G L[1 2]

[1] *Instituto Balseiro - Universidad Nacional de Cuyo*

[2] *Laboratorio de Bajas Temperaturas del Centro Atomico Bariloche (CNEA)*

[3] *Centro Atómico Bariloche - CONICET, Comisión Nacional de Energía Atómica*

El estudio de la dinámica de vórtices en materiales superconductores tuvo un gran auge hace aproximadamente 30 años con el descubrimiento de superconductividad en cupratos de alta temperatura crítica (HTS). La física de vórtices asociada a HTS es completamente diferente a la de los convencionales de baja temperatura (LTS). Los LTS se caracterizan por tener intrínsecamente bajas fluctuaciones térmicas y velocidades de relajación de las corrientes superconductoras persistentes extremadamente bajas. Por muchos años no hubo una frontera entre la fenomenología de vórtices en LTS y HTS. Esto se debió en parte a la no existencia de materiales superconductores con propiedades intermedias. En el año 2008 fue descubierta la superconductividad en compuestos de hierro. Estos compuestos presentan una amplia familia de materiales superconductores con rangos de transiciones superconductoras que incluyen aquellas observadas en LTS ( $< 10$ K) hasta temperaturas $> 50$ K, y una alta variedad de campos críticos y anisotropías cristalinas. La dinámica de vórtices es similar a la presente en cupratos. Las altas fluctuaciones térmicas dan lugar a diagramas de fases que incluyen transiciones de fase en la red de vórtices similares a las encontradas en HTS aún para muestras con temperatura crítica menor a 10 K. En este trabajo analizamos la dinámica de vórtices en monocristales de $\beta$-FeSe con temperatura critica ($T_c$) = 8.2 K mediante mediciones de magnetización. Las propiedades superconductoras son sensibles a pequeños cambios de presión inducidos por el montaje de las mismas. Estos cambios en las propiedades se ven reflejados en la densidad de corriente crítica ($J_c$) y la relajación magnética de las corrientes persistentes superconductoras. Los resultados muestran que la dinámica de vórtices en estos materiales pueden ser analizadas considerando la combinación de centros de anclaje débiles (con tamaño menor a la longitud de coherencia del superconductor, $\xi$) y unos pocos defectos fuertes (con tamaño mayor a $\xi$). Las mediciones muestran que los monocristales poseen energías de anclaje pequeñas ($U_0 < 20$ K) y la dependencia en campo magnético de $J_c$ es modulada por variaciones en el exponente vidrioso $\mu$. Este exponente es usualmente asociado al tamaño de manojo de vórtices que da lugar a la relajación. En adición, se comparan los resultados entre muestras como fueran creciadas (as grown) y aquellas con defectos puntuales introducidos mediante irradiación con protones. La inclusión de una mayor densidad de defectos puntuales (con tamaño menor que $\xi$) da lugar un incremento de $J_c$ a bajas temperaturas y modifica el parámetro $\mu$.

## 426. Estudio del efecto segundo pico en materia de vórtices nucleada en sustratos con defectos columnares

Rumi G[1 2],Albornoz L J[1 2],Pedrazzini P[1 2],Pastoriza H[1 2],Konczykowski M[3],Fasano Y[1 2]
[1] *Laboratorio de Bajas Temperaturas, Centro Atómico Bariloche, CNEA*
[2] *Instituto Balseiro - Universidad Nacional de Cuyo*
[3] *Laboratoire des Solides Irradiés, École Polytechnique, CNRS, 91128 Palaiseau, France.*

Los ciclos de magnetización en un superconductor de tipo II presentan histéresis asociada al comportamiento irreversible de los vórtices (cuantos de flujo magnético que penetran en la muestra). Esta irreversibilidad tiene como origen el anclaje de los vórtices en defectos del sustrato y barreras superficiales y geométricas que dominan la entrada y salida del flujo magnético en la muestra. En algunos superconductores de alta temperatura crítica un ensanchamiento anómalo del ciclo de histéresis es fácilmente observable a bajas temperaturas, y recibe el nombre de *segundo pico*.

En este trabajo se estudia el efecto segundo pico en muestras de $\mathrm{Bi_2Sr_2CaCu_2O_{8+\delta}}$ sometidas a diferentes dosis de irradiación con iones pesados, lo cual crea defectos columnares muy efectivos para el anclaje de los vórtices. Para la mejor caracterización de este efecto se recurre a una técnica que permite "sacudir" la materia de vórtices de modo tal de aproximarla a un estado de equilibrio termodinámico, reduciendo de esta manera la histéresis de los ciclos de magnetización [1]. Bajo estas condiciones, el segundo pico ya no se observa como una protuberancia ancha, sino como un pequeño salto. Esto aporta un criterio menos ambiguo para su localización exacta en el diagrama de fases de la materia de vórtices.

[1] N. Avraham, B. Khaykovich, Y. Myasoedov, M. Rappaport, H. Shtrikman, D. E. Feldman, T. Tamegai, P. H. Kes, M. Li, M. Konczykowski, K. van der Beek, and E. Zeldov. "Inverse melting of a vortex lattice". *Nature*, **411**, 451 (2001)

## 427. Influencia de la Morfología de un grano en la deformación de microestructuras dendríticas

Moreno A D[1 2],Rosenberger M R[1],Schvezov C E[1]
[1] *Instituto de Materiales de Misiones (CONICET-UNaM). Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales (FCEQyN)*
[2] *Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales - Universidad Nacional de Misiones*

Se estudia el comportamiento a nivel microestructural en materiales metálicos para comprender los efectos de los parámetros morfológicos sobre los campos de tensión y deformación usando modelado por computadora. A partir de un modelo bidimensional que representa a un grano con geometría dendrítica en interacción con una matriz, se simulan los ensayos de tracción y corte de la matriz en función de la curvatura de la punta, la longitud de las ramas dendríticas y el tamaño de grano. Se supone a una microestructura como la interacción de dos fases, una dendrítica y otra matriz que la contiene, cuyo comportamiento se modela en régimen elastoplástico considerando para ambas fases que poseen igual rigidez pero distintas propiedades plásticas. A partir del mallado de los diseños geométricos se realizó un análisis de elementos finitos para estudiar la deformación de la microestructura sometida a diferentes condiciones de frontera que corresponden a ensayos de tracción uniaxial, biaxial y de corte mediante deformación controlada. Los resultados reflejan la distribución de tensiones y deformaciones en la microestructura permitiendo establecer correlaciones entre los parámetros morfológicos en estudio y las propiedades mecánicas. Se construyeron las curvas de tensión deformación para estudiar el efecto de la morfología sobre el

comportamiento plástico y se compararon los resultados con un modelo de mezcla de materiales que considera la fracción volumétrica de las fases para calcular las tensiones promedio.

## 428. Microcalorimetría a bajas temperaturas aplicada al estudio de calor específico de compuestos tipo CeSc1-xTixGe ricos en Sc

Riberi F[1],Cejas Bolecek N R[1 2 3],Jorge G A[4 5],Caroca-Canales N[6],Geibel C[6],Sereni J G[1 2 3],Pedrazzini P[2 1 3]

[1] *Instituto Balseiro - Universidad Nacional de Cuyo*

[2] *Laboratorio de Bajas Temperaturas del Centro Atomico Bariloche (CNEA)*

[3] *Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas*

[4] *Universidad Nacional de General Sarmiento*

[5] *CONICET*

[6] *Max-Planck-Institute for Chemical Physics of Solids, Dresden, Germany*

El CeScGe presenta la mayor temperatura de orden antiferromagnético entre los compuestos intermetálicos en base a Ce, $T_N$ =47 K . Por debajo de dicha temperatura, se observa una segunda transición a $T_L$=35 K probablemente asociada a un ligero reordenamiento magnético. La sustitución parcial de Sc por Ti en el $Ce(Sc_{1-x}Ti_x)Ge$ resulta en una paulatina reducción de la temperatura de orden y, para x>0.6, en un cambio a un estado fundamental ferromagnético [0].

En este trabajo se estudia el magnetismo anómalo de este sistema en el extremo rico en Sc extendiendo el rango de temperatura investigado anteriormente. Para ello, se presentan mediciones de calor específico en el rango entre 10 K y 300 K en muestras policristalinas y monocristalinas de masas del orden del miligramo. Entre los objetivos planteados se busca: i) confirmar la naturaleza intrínseca de la transición magnética observada a $T_L$ mejorando la definición de ambas transiciones, ii) determinar la evolución de la entropía magnética y iii) estudiar y comparar las características de ambas transiciones magnéticas. Se describen las técnicas de medición utilizadas -los métodos de relajación y de modulación- que aprovechan las características particulares de microcalorímetros de membrana de nitruro de silicio de 1$\mu$m de espesor.

[0] J.G. Sereni et al , Phys. Rev. B 91 (2015) 174408.

## 429. Microestructura versus Microdureza de Aleaciones Aluminio-Litio

Ares A E[1]

[1] *Instituto de Materiales de Misiones (CONICET-UNaM). Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales (FCEQyN)*

Las aleaciones aluminio-litio fueron desarrolladas con el objetivo de conseguir para el sector aeronáutico una línea de productos que permitieran reducir el peso (densidad) en elementos estructurales de aviones. A la que posteriormente se unió la industria aeroespacial. Las nuevas aleaciones están basadas en la combinación de elementos Cu-Li-Mg- Ag-Zr y presentan características de una gran conformabilidad y mejora en la tenacidad y ductilidad. En el presente trabajo se solidificaron direccionalmente aleaciones conteniendo Al, Li y Cu con diferentes velocidades de enfriamiento. Además, se realizó la medición del espaciamiento dendrítico secundario contrastándose los resultados experimentales obtenidos con medidas de microdureza. El análisis microestructural fue realizado utilizando microscopía óptica y microscopía electrónica de barrido.

## 430. Novedoso crióstato de inmersión: diseño y construcción

Dran M[1],Fraiman B[1],Rodríguez Melgarejo D[1 2],Marziali Bermúdez M[1 2],Pasquini G[1 2]
[1] *Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad de Buenos Aires*
[2] *IFIBA-CONICET*

Se presenta el diseño y construcción de un crióstato de inmersión novedoso, que permite regular la temperatura del experimento en vacío desde temperaturas cercanas a las del baño (en nuestro caso He líquido) sin utilizar sellos de vacío criogénicos. El equipo es apto para realizar mediciones de susceptibilidad alterna y transporte. El crióstato se montó en un dewar de vidrio, donde se instaló además una bobina superconductora para aplicar campos magnéticos y un medidor de nivel de helio. Se hizo énfasis en el diseño para optimizar la duración del helio líquido en el dewar. Para el diseño se realizaron modelos de comportamiento térmico y velocidad de evaporación de helio, que se contrastaron y realimentaron con resultados experiementales. Se presentan pruebas de desempeño y de control térmico.

## 431. Películas delgadas de $FeSe_{1+y}$ y multicapas de $FeSe_{1+y}/SrTiO_3$

Ale Crivillero M V[1 2],Amigó M L[1 2],Sirena M[3 2],Haberkorn N[1 2],Nieva G[1 2],Guimpel J[1 2]
[1] *Laboratorio de Bajas Temperaturas, Centro Atómico Bariloche - CONICET*
[2] *Instituto Balseiro - Universidad Nacional de Cuyo*
[3] *Grupo Resonancias Magnéticas, Gerencia Física, Comisión Nacional de Energía Atómica, Centro Atómico Bariloche*

Los recientes reportes de superconductividad de alta temperatura crítica ($T_c \sim 70\,K$) en monocapas ultras finas de $FeSe_{1+y}$ sobre sustratos de $SrTiO_3$ han despertado un enorme interés dado el sorprendente aumento de la temperatura crítica respecto a la del bulk ($T_c \sim 9\,K$) [1-2]. Dos preguntas abiertas son cómo evoluciona la superconductividad desde el bulk hasta el límite de capas tan finas como una celda unidad y cuál es el mecanismo en la interfase $FeSe_{1+y}/SrTiO_3$ que mejora la superconductividad. El objetivo de este trabajo es estudiar los efectos de espesor y la influencia de la presencia de interfases y defectos en las propiedades de películas delgadas de $FeSe_{1+y}$.
Se crecieron películas delgadas y multicapas de $FeSe_{1+y}/STO_3$ mediante la técnica de sputtering. Se caracterizó la estructura, morfología y composición mediante difracción de rayos X (XRD), reflectividad de rayos X (XRR), espectroscopía por dispersión de energía de rayos X (EDS), microscopía electrónica de barrido (SEM) y microscopía de fuerza atómica (AFM). Se realizaron mediciones de transporte eléctrico y magnetización en función de temperatura y campo magnético.
Se obtuvo un conjunto de películas delgadas superconductoras ($e \sim 330\,nm$) que presentan una transición completa en mediciones de transporte. La temperatura crítica máxima encontrada es mayor a la del bulk [3] e incluso ligeramente superior a las reportadas en la literatura con la misma técnica [4]. La resistividad eléctrica evidencia la transición estructural tetragonal-ortorrómbica, donde además el coeficiente Hall cambia de signo. Estructuralmente, están constituidas por granos de $\beta$-FeSe orientados preferencialmente en la dirección del eje c, los cuales coexisten con fracciones minoritarias de (00l) $\gamma$-FeSe y (l0l) $\beta$-FeSe.
Disminuyendo la temperatura de crecimiento se obtuvieron muestras epitaxiales de $\beta$-FeSe sin fases espurias. La calidad estructural de estas muestras se evidencia en la presencia de efectos de tamaño finito en el pico (001) de difracción de rayos X y en un ancho a la altura mitad de $0{,}1^\circ$ en la curva de hamacado. Sorprendentemente, estas muestras no resultan superconductoras.

Se presentan además progresos en la fabricación de bicapas y multicapas de $FeSe_{1+y}/SrTiO_3$.

[1] Q.-Y. Wang et al, *Chin. Phys. Lett.* **29**, 037402 (2012).
[2] D. Liu. et al, *Nat. Commun.* **3** 931 (2012).
[3]D. Chareev et al, *Cryst. Eng. Comm.* **15** 1989-1993 (2013).
[4]R. Schneider et al, *Phys. Rev. Lett.* **108** 257003 (2012).

## 432. Propiedades de transporte eléctrico y espectroscopia Raman en monocristales de FeSeTe

Lanoël L[1],Nieva G[2],Guimpel J[2],Ale Crivillero M V[3],Amigo L[3],Bridoux G[1],Villafuerte M[1]
[1] *Laboratorio de Física del Sólido, Dto. de Física, FaCET, Universidad Nacional de Tucumán*
[2] *Laboratorio de Bajas Temperaturas del Centro Atomico Bariloche (CNEA)*
[3] *Laboratorio de Bajas Temperaturas, Centro Atómico Bariloche - CONICET*

En este trabajo se presenta un estudio de transporte eléctrico y espectroscopia Raman en monocristales de FeSe con diferentes concentraciones de Telurio. Los resultados revelan que el estado de la superficie cumple un papel determinante. Con ese objetivo se realizaron dichos experimentos en muestras clivadas y sin clivar. Para las mediciones de resistencia eléctrica en función de la temperatura las muestras clivadas muestran una notable mejora de la señal-ruido. Se distingue una anomalía en las cercanías de la transición tetragonal-ortorómbica. En los resultados de espectroscopia Raman se observan a 235 cm-1 y a 250cm-1 en los monocristales de FeSe los cuales no se encuentran en las muestras dopadas con Telurio. En el rango entre 136cm-1 y 154cm-1 los cristales dopados con Telurio presentan dos picos que están ausentes en los monocristales sin dopar.

## 433. Propiedades estáticas de la materia de vórtices en el superconductor convencional $NbSe_2$

Cortés-Maldonado R[1],Franco D G[1],Nieva G[1],Kolton A B[2],Pautrat A[3],Fasano Y[1]
[1] *Laboratorio de Bajas Temperaturas del Centro Atomico Bariloche (CNEA)*
[2] *Grupo de Teoría de Sólidos, Centro Atómico Bariloche*
[3] *Laboratoire CRISMAT, UMR 6508 CNRS/ENSICAEN/UCBN, 6 Boulevard Marechal Juin, 14050 Caen cedex, France.*

Se estudió la materia de vórtices en el superconductor convencional $NbSe_2$, particularmente la evolución de la densidad de defectos topológicos con el campo magnético aplicado. Se estudiaron las propiedades estructurales en el espacio real y con resolución de vórtices individuales mediante la técnica de decoración magnética al enfriar en presencia de campos en el rango de 5 a 120 Oe. La estructura de la red de vórtices obtenida es amorfa a campos bajos (5-13 Oe), policristalina con tamaños de grano promedio de $\sim$80 vórtices a campos intermedios (30-70 Oe) y en campos mayores (90-120 Oe) el tamaño de grano promedio de la estructura policristalina es mayor a $\sim$100 vórtices. El comportamiento de la densidad de defectos topológicos total y en cada grano es no-monótono en el rango de campos magnéticos aplicados. Se compara la evolución de la topología de la red de vórtices con resultados obtenidos en el espacio recíproco mediante la técnica de difracción de neutrones de bajo ángulo.

## 434. Propiedades estructurales de la materia de vórtices en función de la ocupación de defectos columnares

Cortés Maldonado R[1],Cejas Bolecek N R[1],Konczykowski M[2],Fasano Y[1]
[1] *Laboratorio de Bajas Temperaturas, Centro Atómico Bariloche, CNEA*
[2] *Laboratoire des Solides Irradiés, École Polytechnique, CNRS, 91128 Palaiseau, France.*

El potencial de anclaje de muestras superconductoras afecta la dinámica, las propiedades estructurales y la irreversibilidad magnética de la materia de vórtices. En el presente trabajo estudiamos las propiedades estructurales de los vórtices nucleados en el superconductor de alta temperatura crítica $Bi_2Sr_2CaCu_2O_{(8+d)}$ con baja densidad de defectos columnares (menores que $2{,}90 \times 10^8$ cm$^{-2}$) producidos por irradiación con iones pesados. Utilizamos la técnica experimental de decoración magnética para visualizar a los vórtices con resolución individual a escalas del parámetro de red, en procesos de enfriamiento hasta bajas temperaturas (4K) con campo aplicado. Focalizamos nuestro análisis en el cambio estructural inducido cuantificando la densidad de defectos topológicos, las funciones de correlación posicional, orientacional y de pares para un rango de ocupación de defectos columnares.

## 435. Propiedades superconductoras y elásticas de superredes de NbB

Sarmiento Chavez A C[1 2],Aragón L[2],Jagla E[3 2],Sirena M[3 2],Diego F[2],Guimpel J[1 3 2]
[1] *Laboratorio de Bajas Temperaturas del Centro Atomico Bariloche (CNEA)*
[2] *Instituto Balseiro, Centro Atómico Bariloche y CONICET*
[3] *Instituto Balseiro - Universidad Nacional de Cuyo*

La detección de radiación y de partículas está basada en un amplio rango de fenómenos físicos, lo que implica también un amplio rango de tipos de detectores, entre estos se encuentran los sensores de radiación por borde de transición (TES) los cuales se basan en la detección de energía depositada por partículas mediante la variación de una propiedad física del material que lo compone, en la cercanía de una transición de fase. Una de las propiedades físicas más comúnmente utilizadas es la resistencia de un material superconductor en la cercanía de la temperatura de transición (Tc). En este contexto, resulta de particular interes fabricar superredes de niobio (Nb) y boro (B), ya que el B es un material con alta sección eficaz de captura del 10B (3800 bn para neutrones térmicos, con un porcentaje de abundancia natural de 20) y el Nb es un material superconductor con Tc=9,2 K.

En anteriores reuniones de física Argentina (RAFA) mostramos que que las superredes Nb/B son superconductoras con temperatura de transición menor que la del Nb bulk. Estructuralmente, estas superredes no presentan una interdifusión significativa, conservando propiedades superconductoras hasta espesores de capa de 5 nm. Los campos críticos superconductores indican que la longitud de coherencia es de aproximadamente 10 nm, valor típico para films de Nb. En este trabajo profundizaremos en el análisis de las propiedades superconductoras y presentaremos resultados sobre propiedades elásticas de las superredes, en particular se tratará de correlacionar la dureza y el módulo de young con los parámetros de crecimiento.

## 436. Recuperación de la transformación martensítica en CuAlNi con memoria de forma envejecido

Spano M D[1],Schmidt J[1],Araujo V E A[2],Gastien R[2]

[1] *Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad de Buenos Aires*

[2] *Centro de Investigación en Sólidos, Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas para la Defensa, UNIDEF (CONICET-MINDEF)*

La aleación Cu-14,3Al-4,1Ni ( %peso) pertenece a la categoría de los llamados materiales con memoria de forma. Estos materiales, que poseen propiedades termomecánicas muy particulares, son potencialmente útiles como actuadores y sensores a temperaturas superiores a ambiente. Esto se debe a que en ellos puede inducirse una transformación martensítica de características reversibles. Para analizar la respuesta del material a temperaturas superiores a ambiente se han realizado tratamientos térmicos de envejecimiento a diversas temperaturas y períodos observándose que dicha transformación martensítica se degrada y en algunos casos desaparece, por lo que el material pierde sus propiedades características.

Este trabajo, que se ha realizado en el marco de las materias Laboratorio 6 y 7 de la Lic. en Cs. Físicas, tiene como objetivo estudiar si es posible recuperar dicha transformación en muestras envejecidas. Para esto, a las muestras degradadas se les realizaron tratamientos térmicos, los cuales consistieron en un recocido a 930°C y posterior temple en agua y hielo basándose en el diagrama de fases y estudios previos [1]. Se observó que la óptima recuperación depende de condiciones como el tiempo de recocido y el tiempo que transcurre entre el mismo y el temple.

La transformación martensítica se analiza mediante la medición de la tensión eléctrica (proporcional a la resistencia eléctrica) a corriente fija en función de la temperatura, realizándole ciclos de enfriamiento-calentamiento a la muestra. La medición se realizó por el método de cuatro puntas, invirtiendo periódicamente el sentido de la corriente y realizando la semirresta de estas tensiones. Se comparan las mediciones para muestras en estado virgen con las realizadas luego de los tratamientos de recuperación teniendo en cuenta parámetros como temperaturas críticas, tipo de transformación y ancho de histéresis.

[1] VEA Araujo et al, J. AlloyCompd. 641 (2015) 155

## 437. Resistencia a la Corrosión de la Aleación Al6063 en Etanol Producido en Argentina

Kramer G R[1],Díaz D J[2],Méndez C M[1],Ares A E[1]

[1] *Instituto de Materiales de Misiones (CONICET-UNaM). Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales (FCEQyN)*

[2] *Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales - Universidad Nacional de Misiones*

La industria alcoholera Argentina se encuentra actualmente en pleno auge debido al surgimiento de nuevas normativas que afectan directamente a la matriz energética Nacional, fortaleciéndose así el sector de los biocombustibles. Todo esto viene acompañado tanto de la optimización de recursos y materias primas, del mejoramiento de los procesos, como así también de la implementación y uso materiales adecuados para la producción, el manejo y la distribución de etanol. El aluminio y sus aleaciones vienen siendo utilizados para gran parte del proceso productivo y de transporte de los alcoholes (intercambiadores, torres de destilación, tanques de almacenamiento, entre otros), ya sea por sus excelentes propiedades mecánicas, como así también por su alta resistencia frente a la corrosión en la mayoría de los medios a los que se exponen. Particularmente la aleación Al6063 es un material de fácil obtención en el mercado y con un amplio rango

de utilización, tanto en estructuras y en cañerías de trasporte de fluidos, y que en los últimos años viene siendo estudiado su comportamiento frente a medios compuestos por etanol. En el presente trabajo de investigación se determinó la resistencia a la corrosión exponiendo probetas de aleación Al 6063 a diferentes medios compuesto por etanol anhidro, etanol de grado 96° y en etanol de producción regional, todos de fácil obtención en el mercado. Se realizaron curvas potenciodinámicas identificándose parámetros de corrosión por medio del método de extrapolación de Tafel y de Resistencia a la Polarización. Las medidas potenciodinámicas se llevaron a cabo utilizando una celda electroquímica de tres electrodos y un potenciostato Gamry Reference 600, con una velocidad de barrido de potencial de 0,16 mV/s entre - 400 mV y + 400 mV respecto el Potencial de Circuito Abierto (ECA), a temperatura ambiente y aireación natural, utilizando un electrodo de Referencia de Ag. Además se realizaron ensayos de gravimétricos según la norma ASTM G31, exponiendo probetas de la aleación a los diferentes medios comerciales e identificando la pérdida de peso durante 16 días de inmersión. A partir de los resultados se pudo identificar que la resistencia a la corrosión de la aleación Al6063 decrece al incrementarse el contenido de agua en la solución etanólica, pero se identificó que el mecanismo de corrosión gobernante difiere de los planteados en distintas bibliografías cuando en el medio existen contaminantes como iones agresivos y ácidos orgánicos en cierta concentración. Además, con los ensayos gravimétricos se comprobó el ataque por corrosión por picado sobre las probetas de material expuestas a los diferentes medios, posiblemente por la presencia de iones Cl- provenientes del proceso productivo de etanol.

## 438. Solidificación Direccional y Parámetros Térmicos de Aleaciones Base Estaño

Rozicki R S[1],Kociubczyk A I[1],Ares A E[1]

[1] *Instituto de Materiales de Misiones (CONICET-UNaM). Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales (FCEQyN)*

La transición de estructura columnar a equiaxial, TCE, fue observada en aleaciones base estaño, de diferentes concentraciones de zinc, esto es, 1Zn, 4Zn, 6Zn, 8,9Zn y 15Zn (porcentajes en peso) solidificadas direccionalmente, en forma horizontal y con dos sentidos de extracción calórica. La transición ocurre cuando el gradiente en el líquido adelante de las dendritas columnares y las velocidades de crecimiento de las mismas alcanzan valores críticos. Teniendo en cuenta las características de la aleación y los perfiles de temperatura en la interfase de solidificación se analiza la microestructura obtenida.

## 439. Teoría de control óptimo en átomos ultrafríos

Tielas D[1 2 3],Lode A U J[4]

[1] *Departamento de Ciencias Básicas, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata*

[2] *Facultad de Ciencias Exactas - Universidad Nacional de La Plata*

[3] *Instituto de Física de La Plata, CONICET*

[4] *Department of Physics, University of Basel*

La posibilidad de llevar un sistema cuántico desde un estado determinado a uno con propiedades deseadas, como pueden ser: entrelazamiento, momento angular definido, etc.; así como la forma de hacerlo, por ejemplo minimizando el tiempo para evadir la decoherencia, es de vital importancia en el desarrollo de tecnologías de procesamiento de información cuántica. En este trabajo mostraremos la implementación de la técnica de control óptima llamada base punteada

aleatoriamente (CRAB) junto a la teoría multiconfiguracional de Hartree para bosones-fermiones (MCTDH-X). Asimismo daremos ejemplos de aplicación y mostraremos trabajo en progreso en diferentes sistemas de átomos ultrafríos.

### 440. Visualización directa y modelado de la transición sólida orden-desorden en la materia de vórtices en superconductores

Aragón Sánchez J[1],Cortés Maldonado R[1],Kolton A[2],Dolz M I[3],Konczykowski M[4],Fasano Y[1]
[1] *Laboratorio de Bajas Temperaturas, Centro Atómico Bariloche, CNEA*
[2] *Grupo de Teoría de Sólidos, Centro Atómico Bariloche*
[3] *Departamento de Física, Facultad de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales - Universidad Nacional de San Luis*
[4] *Laboratoire des Solides Irradiés, Ecole Polytechnique, Palaiseau, Francia*

Las transiciones sólidas orden-desorden tienen lugar en muchos sistemas de materia condensada tales como sistemas coloidales, plasmas y planos bidimensionales de electrones. La observación directa de los cambios estructurales producidos al atravesar dicha transición no es sencilla. La materia de vórtices en superconductores tipo II de alta temperatura crítica constituye un laboratorio para el estudio de este tema. Variando el campo aplicado, la temperatura y el nivel de desorden en las muestras es posible acceder experimentalmente a los rangos de energía que gobiernan esta transición. En el presente trabajo se muestra el cambio de las propiedades estructurales en la materia de vórtices en el superconductor de alta temperatura crítica $\mathrm{Bi_2Sr_2CaCu_2O_8}$ irradiado con electrones, al atravesar dicha transición; utilizando la técnica de decoración magnética. Los resultados obtenidos son comparados con simulaciones numéricas de Langevin en un modelo bidimensional.

## SEMICONDUCTORES

MIÉRCOLES 05 17:00 - 18:00 hs y JUEVES 06 14:30 - 18:00 hs. Block 1 y Block 2

### 441. El rol de las vacancias atómicas en calcogenuros semiconductores

Zandalazini C I[1],Navarro Sánchez J L[1],Albanesi E A[1 2]
[1] *Instituto de Física del Litoral (UNL-CONICET)*
[2] *Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Entre Ríos*

Las implicaciones que los defectos puntuales (vacancias, autoinsterticiales, antisitios, e impurezas) tienen sobre las propiedades físicas de los semiconductores son determinantes al momento de considerar sus potenciales aplicaciones tecnológicas. Estas ofrecen además, la posibilidad de sintonizar las propiedades optoelectrónicas para ciertos semiconductores. Sin embargo, desde un enfoque experimental, su estudio presenta ciertas limitaciones debido a las dificultades de controlar una producción homogénea de defectos en el material. Actualmente, hay reportes fuertemente controversiales sobre el rol que cumplen los dopantes no magnéticos sobre las propiedades magnéticas observadas, en particular, cuando en los semiconductores se presenta una coexistencia con vacancias catiónicas. En este trabajo, presentaremos un estudio enfocándonos

en las implicancias de la presencia de vacancias en los sistemas cúbicos ZnX (X=S,Te,Se), y en el sistema ortorrómbico SnS, a partir del formalismo de la teoría de la funcional densidad (DFT). Se analizaron resultados de densidades de estados por átomo (LDOS), discriminando además la contribución por capas (estados; s, p, y d) a la DOS total, en el entorno cercano a las vacancias. Analizamos también el costo energético para cada vacancia, y la posibilidad de que estos defectos induzcan un orden magnético en el material.

## 442. Espectroscopia de Impedancia aplicada a películas porosas de Titania y Celdas Solares Híbridas de Titania/P3HT

Gonzalez F[1],Viva F[1],Perez M D[1]

[1] *Comisión Nacional de Energía Atómica*

Recientemente se han demostrado importantes esfuerzos en el área de las celdas solares híbridas de estado sólido (CSH). En las mismas se aprovecha la alta versatilidad y flexibilidad de los materiales orgánicos, con la robustez y capacidad de diseño tridimensional de los oxidos metalicos mesoporosos. En particular, la fabricación de óxidos mesoporosos (Titania) que presentan una enorme superficie específica (150-2000m2/g), y poros monodispersos de diámetro controlado en la escala del nanómetro por combinación de técnicas sol-gel y moldeado supramolecular, es muy conocida. Por parte de los materiales orgánicos se utilizo P3HT, una cadena polimérica semiconductora de tipo p, realizando capas mediante spin coating. En este proyecto se fabricaron los distintos dispositivos y se realizaron mediciones de impedancia sobre los materiales inorgánicos (titania policristalina mesoporosa). Se trabajo tanto en regímenes libres de trampas eléctricas como en el de llenado de las mismas. Así mismo se realizaron mediciones sobre dispositivos de celdas hibridas (Titania/P3HT) en ambos casos teniendo en cuenta caracterizaciones estructurales y estudios de fotocorriente previamente realizados, con el fin de poder darle una interpretación a los mismos. De las mediciones realizadas se modelaron circuitos equivalentes para cada caso y se extrajeron parámetros eléctricos de los mismos. Estos parámetros mostraron una clara correlación con estudios estructurales previamente realizados.

## 443. Estudio de Espectroscopia de Fotoconductancia en Microhilos Magnéticos de ZnOLi

Straube B[1 2],Bridoux G[1 2],Ferreyra J[1],Villafuerte M[1 2],Rodríguez Torres C[3],Lorite I[4],Esquinazi P[4],Perez De Heluani S[1]

[1] *Laboratorio de Fisica del Solidos, Dpto. Fisica, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán*

[2] *CONICET*

[3] *Instituto de Física La Plata, Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas, UNLP - CONICET*

[4] *Division of Superconductivity and Magnetism, University of Leipzig, Leipzig, Germany*

bstraube@herrera.unt.edu.ar

La perspectiva de dotar de propiedades magnéticas a óxidos semiconductores ha atraído mucha atención como una vía prometedora para desarrollar semiconductores magnéticos diluidos (SMD). La posibilidad de obtener semiconductores magnéticos transparentes para aplicaciones en dispositivos fotoelectrónicos ha incentivado al estudio del magnetismo inducido por defectos (DIM) y en magnetismo inducido por fotoportadores tanto en ZnO como otros óxidos como HfO, TiO2, y otras nano y microestrucuturas semiconductoras. En la línea de DIM, recientemente hemos

reportado orden magnético a temperatura ambiente en microhilos de ZnO dopado con Li e implantados con $H^+$ [1].
En este trabajo presentamos los resultados en mediciones de conductancia y espectroscopia de fotoconductancia en los microhilos descriptos en [1]. La espectroscopia de fococonductancia (PCS) escaléa con la raíz cuadrada de la energía del fotón incidente en acuerdo con un modelo de transiciones de gap directo. El ajuste de datos permite obtener el valor del gap de energía de semiconductor y los niveles de energía asociado a defectos producidos por la introducción del Li. Los microhilos puros muestran una respuesta despreciable a la PCS a bajas temperaturas por debajo de 3.22eV demostrando que el material es prácticamente libre de defectos. Además, demostramos que el ZnOLi, irradiado en un lapso de tiempo del orden de las horas en el vacío, puede alcanzar una estado metálico que persiste incluso en la oscuridad. El estado metálico puede ser debido a un tiempo de vida mayor de los fotoelectrones al tiempo de vida medido con muestras inicialmente en oscuro

[1] I. Lorite, B. Straube, H. Ohldag, P. Kumar, M. Villafuerte, P. Esquinazi, C. E. Rodríguez Torres, S. P. Heluani, V. N. Antonov, L. V. Bekenov, et al., Applied Physics Letters 106, 082406 (2015).

## 444. Estudio del cubrimiento y estabilidad de Perovskitas preparadas a partir de $CH_3NH_3I$ para aplicaciones fotovoltaicas

Caram J[1],Budini N[1 2],Arce R D[1 2]
[1] *Instituto de Física del Litoral (CONICET-UNL)*
[2] *Facultad de Ingeniería Química - Universidad Nacional del Litoral*

En los últimos años se han comenzado a estudiar materiales híbridos tipo perovskitas organometálicos para ser incorporados en forma de películas delgadas en celdas solares. Los dispositivos basados en estos materiales han mostrado una escalada en la eficiencia de conversión de energía (ECE) sin precedentes, creciendo de 3 % a 21 % en sólo 5 años [1]. Estas perovskitas híbridas, compuestas por metilaminas de haluros (Cl, Br, I) de plomo (por ej. $MAPbI_3$), mostraron ser muy promisorias para mejorar la ECE debido a sus notables propiedades optoelectrónicas: alto coeficiente de absorción, tiempos de vida media muy largos y grandes longitudes de difusión de portadores. En adición, los métodos de síntesis existentes a partir de precursores en solución son relativamente simples y requieren temperaturas bajas, lo que los hace muy adecuados para la fabricación de dispositivos optoelectrónicos de bajo costo. Actualmente, las mejores ECE se reportan para perovskitas sintetizadas a partir de una solución de $PbI_2/CH_3NH_3I$ o de $PbCl_2/CH_3NH_3I$, utilizando gama-butirolactona o dimetilformamida como solventes [2]. Estas soluciones se depositan en forma de películas delgadas por centrifugado (spin-coating) y luego son recocidas a 100 °C en ambiente de N2. En este trabajo abordamos el estudio de la deposición de perovskitas en forma de películas delgadas y como capas aisladas sobre sustratos de vidrio, basándonos en dos aspectos relevantes en la síntesis de las perovskitas para usos fotovoltaicos, a saber: el nivel de cubrimiento del sustrato y la estabilidad de las películas depositadas al ser expuestas al ambiente. Ambos aspectos se estudian en relación a la concentración de las soluciones precursoras, a la temperatura de recocido, a los tratamientos con solventes adicionales y a los pre-tratamientos de los sustratos de vidrio. Se reportan los resultados y conclusiones de estudiar las películas por medio de microscopía óptica convencional, difracción de rayos X, mediciones de transmitancia en el rango UV-visible y en el IR.

[1] J. Seo, J. H. Noh, S. Il Seok, *Rational Strategies for Efficient Perovskite Solar Cells*, Accounts of Chemical Research, 49(3) (2016) 562–572.

[2] C. Zuo, H. J. Bolink, H. Han, J. Huang, D. Cahen, L. Ding, *Advances in Perovskite Solar Cells*, Advanced Science, DOI: 10.1002/advs.201500324, 2016.

## 445. Estudio DFT de defectos cargados en MgH2

Gaztañaga F[1],Juan J[1],Luna C R[1 2],Bechthold P[1 2],Gonzalez E A[1 2],Jasen P[1 2]

[1] *Departamento de Física - Universidad Nacional del Sur*

[2] *Instituto de Física del Sur - CONICET-UN del Sur*

El hidruro de magnesio ($MgH_2$) es un buen candidato para almacenamiento de hidrogeno debido a - entre otras propiedades - su bajo costo, disponibilidad y no toxicidad. Sin embargo la energía de activación de la desorción cinética de hidrogeno de este hidruro es relativamente alta. Una alternativa a este inconveniente es la introducción de metales de transición o vacancias. El objetivo de este trabajo es estudiar los cambios en la propiedades químicas y físicas del hidruro cuando se introducen defectos cargados. En particular consideraremos vacancia de hidrogeno ($V_H$), vacancia de Magnesio ($V_{Mg}$) y la di vacancia ($V_{H-Mg}$). Para cada clase de vacancia se tuvieron en cuenta tres posibles estados de carga (q = -1, 0 y +1). Los resultados muestran que la formación de $V_H$ es la mas estable. La reducción mas importante en el 'bandgap 'se da para la $V_H$ con carga negativa y neutra (68.8 % y 65.4 % respectivamente). Para todos los casos en estudio los cambios mas importantes en la densidad de estados (DOS) se dan en la zona del 'bandgap '. Además para algunos de los casos la generación del defecto induce un momento magnético, siendo el mas importante el de la vacancia de magnesio positiva (0.74 $\mu$B). En general este hidruro es un semiconductor tipo p, pero en el caso de vacancia de H cargada negativa la aparición de estados trampa en la zona del bandgap lo transforma en tipo n. Finalmente, de nuestros resultados se puede concluir que la introducción de defectos cargados al $MgH_2$ mejora la disociación de H y conduce a propiedades electrónica muy interesantes desde el punto de vista tecnológico.

## 446. Fabricación y caracterización de microdispositivos de memoria por cambio de fase en aleaciones del sistema Ge-Sb-Te

Rocca J[1 2],Barella M[3 2],Golmar F[4 3 2],Ureña M A[1],Fontana M[1]

[1] *Universidad de Buenos Aires. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. Instituto de Tecnologías y Ciencias de la Ingeniería "Hilario Fernández Long". Facultad de Ingeniería. Paseo Colón 850, C1063ACV Buenos Aires, Argentina.*

[2] *INTI - Centro de Micro y Nanoelectrónica del Bicentenario, Av. Gral Paz 5445 (B1650KNA), San Martín, Buenos Aires, Argentina*

[3] *Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas*

[4] *Escuela de Ciencia y Tecnología - Universidad Nacional de San Martín*

El sistema Ge-Sb-Te, entre otros basados en calcógenos, se ha estudiado ampliamente para la fabricación de medios de almacenamiento óptico y, más recientemente, de sistemas de memoria persistente de estado sólido. La clave de estas aplicaciones se basa en el cambio apreciable de las propiedades físicas de aleaciones de este sistema ante la transformación estructural entre los estados amorfo y cristalino (por ej. conductividad eléctrica o índice de refracción).

En trabajos previos, se ha caracterizado la estructura y la conductividad eléctrica en función de las transformaciones de fase que ocurren con el aumento de temperatura en películas delgadas con

composiciones $Ge_{13}Sb_5Te_{82}$, $Ge_2Sb_2Te_5$ [1], $Ge_1Sb_2Te_4$, $Ge_1Sb_4Te_7$ y $Sb_{30}Te_{70}$. En el presente trabajo, con el fin de estudiar la respuesta de estas aleaciones a estímulos eléctricos, se prepararon dispositivos por técnicas de microfabricación. Se obtuvieron configuraciones tipo crossbar (Metal-Calcogenuro-Metal). Las tres etapas se definieron por fotolitografía. Los contactos metálicos se depositaron por sputtering y las regiones de calcogenuro por láser pulsado (PLD). Se midió la resistencia eléctrica que presentaban los dispositivos a través de sucesivas excitaciones con pulsos controlados de tensión o corriente.

[1] Rocca, J., Fontana, M., & Arcondo, B. (2012). Simulation of non-volatile memory cell using chalcogenide glasses doi:10.1016/j.jallcom.2012.01.052

## 447. Fotoconductividad de microhilos de ZnO tratados térmicamente

Zamora D J[1],Villafuerte M J[1 2],Ferreyra J M[1],Briduox G[1 2]

[1] *Laboratorio de Física del Sólido, Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán*

[2] *CONICET*

El óxido de Zinc (ZnO) es un semiconductor de banda prohibida o gap ancho (3,34eV), considerado como un material promisorio para aplicaciones en espintrónica, biomedicina y en especial optoelectrónica. El objetivo general de esta tesis fue el estudio de la influencia de los defectos intrínsecos y extrínsecos en las propiedades fotoconductoras del ZnO. Bajo la hipotesis de que podemos modificar la concentración de portadores intrínsecos mediante tratamientos térmicos (TT) en atmósferas reductoras se estudió la respuesta eléctrica, fotoconductora (PC) y de fotoluminiscencia (PL).

Se fabricaron microhilos puros de ZnO por el proceso carbotérmico directo y se realizaron TT posteriores en atmósferas reductoras controladas. También se realizaron tratamientos difusivos de hidrogenación en los cuales se controló la presión y temperatura. Se caracterizaron los microhilos obtenidos por microscopía óptica y SEM.

Además se caracterizaron los mismos por espectroscopía Raman pudiéndose identificar todos los picos presentes con algún modo vibracional del ZnO tipo Wurzita. En los microhilos con TT se observa una disminución en la intensidad de los picos E2(High) y A1(TO) correspondientes a la red de oxígenos.

A partir de la fotoluminiscencia de las muestras se observa que el pico en la zona del verde correspondiente a los defectos aumenta gradualmente con respecto al pico UV del gap del ZnO para mayores tiempos de TT reductores.

Se estudió la respuesta fotoconductora con diferentes longitudes de onda, de esta forma podemos determinar la longitud de onda correspondiente a la energía del gap del material para distintas muestras que en promedio es de $(3,33 \pm 0,02)eV$.

A partir de mediciones de resistencia en función del tiempo al exponer a las muestras a radiación de 370nm se extrajo información sobre los tiempos característicos en los mecanismos de transporte del material.

Entre los objetivos específicos nos propusimos estudiar la relación entre la resistividad de oscuro de los microhilos, con su respuesta fotoconductora. Se constataron diferencias en el comportamiento fotoconductor entre los microhilos de ZnO puros y los que tenían tratamientos térmicos. Se desarrollo un modelo cualitativo para explicar estos comportamientos.

Por ultimo, se midió la resistencia como función de la temperatura y se ajustaron los resultados con modelos adecuados de conducción eléctrica en semiconductores. A partir de ellas se pudo

determinar la densidad de defectos en los microhilos, siendo mayor en las muestras tratadas que sin tratamientos.

## 448. Propiedades Estructurales, Band-gap y Propiedades Hiperfinas de los Compuestos Semiconductores $Sn_{1-x}Ti_xO_2$ ($0.0 \leq x \leq 1.0$)

Mudarra Navarro A M[1],Gil Rebaza A V[1 2],Errico L[1 3],Peltzer y Blancá E L[2]

[1] *Departamento de Física e Instituto de Física La Plata (IFLP, CCT La Plata, CONICET-UNLP), Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Plata, CC 67, 1900 La Plata, Argentina*

[2] *Grupo de Estudio de Materiales y Dispositivos Electrónicos, Dpto. de Electrotecnia, Fac. de Ingeniería, UNLP*

[3] *Universidad Nacional del Noroeste de la Pcia. de Bueno Aires(UNNOBA), Monteagudo 2772, (2700) Pergamino, Argentina*

Los óxidos de Sn y Ti ($SnO_2$ y $TiO_2$) han sido ampliamente estudiados debido a sus amplias aplicaciones tecnológicas en diversos dispositivos (como celdas solares, sensores de gas, dispositivos opto-electrónicos, entre otros) y campos (catálisis, fotocatálisis, etc.). Estos compuestos, en la fase rutilo, experimentalmente poseen un *band-gap* directo de 3.6 eV y 3.3 eV, respectivamente. Recientemente, el sistema que se obtiene al combinar ambos óxidos, $Sn_{1-x}Ti_xO_2$, ha sido propuesto como una alternativa para obtener semiconductores con un band-gap controlado, permitiendo aumentar la actividad de fotocatálisis y la sensibilidad de los sensores de gas.

En el presente trabajo estudiamos, mediante un abordaje de primeros principios basado en la Teoría de la Funcional Densidad (DFT), las propiedades estructurales, electrónicas e hiperfinas en los sitios Sn de los compuestos semiconductores $Sn_{1-x}Ti_xO_2$ ($0.0 \leq x \leq 1.0$) en función de la concentración de Ti ($x$). Para tal propósito se usó el método de supercelda (SC), considerando SC's de dimensiones $1\times2\times2$ y $2\times2\times1$ de $SnO_2$ (rutilo), donde átomos de Ti sustituyen a átomos de Sn. Para cada valor de $x$, se optimizaron los parámetros de red $a$, $c$ y las posiciones internas estructurales usando el método de relajación de celda variable basado en el método de pseudopotenciales y ondas planas (Quantum-Espresso). El término de intercambio y correlación (XC) fue descrito usando la parametrización GGA-PBE. Se encontró una dependencia lineal entre los parámetros $a$ y $c$ con $x$, obedeciendo la ley de Vegard, y en muy buena concordancia con datos experimentales obtenidos de la bibliografía. El *band-gap* para cada valor de $x$ fue calculado usando, además de GGA-PBE, dos diferentes aproximaciones: i) la funcional de XC híbrida HSE06 (Heyd-Scuseria-Ernzerhof), usando el código Quantum-Espresso y ii) el potencial de intercambio modificado de Becke-Johnson (TB-mBJ), implementado en el código Wien2k basado en el método FP-LAPW. La variación del *band-gap* con $x$ obtenido con ambos métodos concuerda con valores experimentales obtenidos de la bibliografía. Además, se estudió las propiedades hiperfinas del átomo de Sn en función de $x$, tales como el desdoblamiento cuadrupolar y el corrimiento isomérico.

## 449. Propiedades fotoconductoras de films delgados de $SrTiO_3$ deficientes en oxígeno

Bachi N[1 2],Bridoux G[1 3],Villafuerte M[1 3],Ferreyra J M[1],Figueroa C[1],Perez Heluani S[1]

[1] *Laboratorio de Fisica del Solidos, Dpto. Fisica, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán*

[2] *Consejo Interuniversitario Nacional*

[3] *Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas*

En los últimos años ha crecido el interés en $SrTiO_3$ (STO) debido a que, además de su uso extendido como sustrato para crecimiento epitaxial de óxidos, se lo ha empleado como componente activo en heteroestructuras de óxidos y films delgados. Por otro lado, una serie de estudios han explorado las propiedades fotoconductoras de "bulk" sobre dichos cristales. En films delgados, estas propiedades se ven afectadas de manera pronunciada por efectos de "band bending" debido a que la razón superficie-volumen se incrementa. Teniendo presente este último punto, hemos llevado a cabo un estudio sobre la respuesta fotoconductora a la variación de parámetros externos, como ser voltaje de excitación, condiciones ambientales y temperatura, en films delgados de STO fabricados en atmósferas reductoras. Nuestros resultados muestran que los espectros de fotoconductividad tienen un crecimiento pronunciado alrededor de 3,2 eV, (relacionado con el "gap" indirecto del material). Esta característica se presenta con independencia del campo eléctrico aplicado en condiciones ambientales. En vacío, existe un corrimiento del máximo hacia energías menores al aumentar el campo. Bajo iluminación, la respuesta temporal de la fotoconductividad confirma la pérdida de eficiencia de la transición de 3,7 eV al voltajes cada vez mayores. A bajas temperaturas, el espectro de fotoconductividad para campos eléctricos bajos tiene similitudes sorprendentes con aquellos a temperatura ambiente para campos eléctricos mayores. La habilidad para controlar la respuesta fotoconductora a través de parámetros externos se puede explicar en términos de propiedades ópticas del "band bending".

## 450. Propiedades magneto-ópticas del compuesto ZnS dopado con Ni

Navarro Sánchez J L[1],Zandalazini C I[1],Albanesi E A[1 2]

[1] *Instituto de Física del Litoral (UNL-CONICET)*

[2] *Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Entre Ríos*

Los semiconductores magnéticos diluidos (DMS) del grupo II-VI se presentan como excelentes candidatos para el desarrollo de dispositivos magneto-ópticos. Entre éstos, uno de los menos caracterizados es el sulfuro de cinc (ZnS) dopado con Ni. Recientemente, estudios experimentales indican que, para ciertas concentraciones de Ni, es posible obtener un comportamiento tipo half metallic ferromagnético a temperatura ambiente, ubicándolo como un material promisorio para su implementación en dispositivos espintrónicos. En este trabajo presentamos un estudio detallado de las propiedades electrónicas, ópticas, y magnéticas del ZnS (en su fase esfalerita) dopado con Ni sustitucional al Zn. Los resultados fueron obtenidos dentro del formalismo de la Teoría de la Funcional Densidad (DFT), en la aproximación de gradiente generalizado (GGA) y empleando pseudopotenciales. Se consideró además, la corrección sobre los estados fuertemente correlacionados (estados 3d del Zn y 3d del Ni) a partir del coeficiente de Hubbard (DFT+U) previamente optimizado.

### 451. Transporte eléctrico fuera del equilibrio. Una aproximación basada en el Método de Inmersión Invariante. Aplicación a casos de Fotoconductividad persistente en microhilos semiconductores.

Figueroa C M[1]

[1] *Laboratorio de Fisica del Solidos, Dpto. Fisica, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán*

La conducción eléctrica en los dispositivos semiconductores es generalmente un fenómeno de transporte en el que el número de portadores de carga no es una constante. Los procesos de recombinación y de generación de portadores están presentes en todos estos materiales, por lo que la conducción se realiza bajo un régimen de no-equilibrio. En este trabajo, se presenta un modelo en el que la conducción se describe como un proceso de transmisión a través de un medio que puede también, reflejar, absorber o incluso generar portadores. Por medio del Método de Inmersión Invariante, se deducen las expresiones analíticas de los coeficientes de transporte, a partir de los cuales se define la resistencia eléctrica. Estas expresiones se quedan expresadas en función de parámetros tales como las secciones eficaces de recombinación,las tasas de generación de portadores o los tiempos de relajación. Se incluye una aplicación a microhilos de ZnO y SrTiO3 que presentan fotoconductividad persistente.

# SÍNTESIS Y APLICACIONES DE NANOMATERIALES

MIÉRCOLES 05 17:00 - 18:00 hs y JUEVES 06 14:30 - 18:00 hs. Block 1 y Block 2

### 452. Análisis espectral y estabilidad de coloides de plata sintetizados por ablación láser ultrarrápida en acetona

Santillán J M J[1],Muñetón Arboleda D[1],Scaffardi L B[1 2],Schinca D C[1 2]

[1] *Centro de Investigaciones Opticas (CIOp), La Plata, Argentina*

[2] *Departamento de Ciencias Básicas, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata*

El interés en las nanopartículas de plata (AgNPs) ha crecido continuamente en los últimos años, debido a la particularidad de sus propiedades físicas y químicas. Los campos de aplicación de las AgNPs van desde la nanobiotecnología a la electrónica, de la plasmónica a materiales para sensores, de la medicina a la litografía, y desde espectroscopía Raman reforzada por superficie (SERS) a la fabricación artística.

El control del tamaño, la forma y estabilidad es un tema muy importante en la síntesis de AgNPs. Los métodos más difundidos se basan en la reducción química de los iones de Ag en soluciones y dan buenos resultados en términos del tamaño y la forma final de las AgNPs. Sin embargo, este tipo de síntesis siempre necesita surfactantes y otros productos químicos que están presentes al final de la preparación, haciendo que los coloides resulten incompatibles para algunas aplicaciones importantes.

El interés en la generación de NPs metálicas libres de químicos ha originado una activa área de investigación relacionada con la síntesis de NPs en medios líquidos por ablación láser a partir

de un disco sólido metálico.

En este trabajo se realiza un análisis de los espectros de absorción de suspensiones coloidales de Ag sintetizadas mediante ablación láser de pulsos ultracortos, a partir de un disco de Ag sumergido en acetona a diferentes energías.

Por otra parte, se estudia la estabilidad de las NPs a través del seguimiento temporal de la posición de la resonancia plasmónica y del ancho total a altura mitad (FWHM, por sus siglas en inglés).

## 453. Efecto de los ciclos de recocido y aplastado de substratos de aluminio para la obtención de alúmina porosa nanoestructurada.

Cencha L G[1],Forzani L[1],A. Hernandez C[2],Urteaga R[1 3],Koropecki R R[1]

[1] *Instituto de Física de Santa Fe - IFIS - CONICET*

[2] *Benemérita Universidad Atónoma de Puebla*

[3] *Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas - Universidad Nacional del Litoral*

La alúmina porosa nanoestructurada puede obtenerse en forma de membrana mediante un anodizado electroquímico de sustratos de aluminio de alta pureza, produciendo un arreglo ordenado de poros. Estas estructuras se utilizan frecuentemente para formar cristales fotónicos de respuesta óptica programada. En estos casos es clave controlar con precisión el espesor óptico de la capa fabricada. Este espesor depende ligeramente de la orientación cristalina de los diferentes granos del substrato utilizado produciendo una dispersión de espesores cercana al 5 %, limitando la resolución con que puede diseñarse la respuesta óptica del sistema. En este trabajo se estudió el efecto sobre la distribución superficial de espesores ópticos en membranas de alúmina porosa, con diferentes procesos mecánicos y térmicos realizados sobre el sustrato de aluminio antes del anodizado. Se realizaron ciclos de recocido térmico y deformación por prensado explorando diferentes conjuntos de parámetros para producir un aumento del tamaño de los granos en el substrato. Se realizó un mapeo de la respuesta óptica de las muestras y se compararon con análisis metalográficos por revelado químico. Se encontró que el tamaño de grano crece a medida que aumenta el número de ciclos de tratamiento térmico y mecánico obteniéndose granos de 1.2 $mm^2$. Dentro de los granos individuales el espesor óptico de la membrana presenta una variaciones menores al 0.3 %.

## 454. Medida de la concentración y tamaño de nanopartículas de Ag preparadas por ablación láser de fs en agua para diferentes energías y tasas de repetición

Muñetón Arboleda D[1],Santillán J J M[1],Schinca D C[1 2],Scaffardi L B[1 2]

[1] *Centro de Investigaciones Opticas (CIOp), La Plata, Argentina*

[2] *Departamento de Ciencias Básicas, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata*

En la actualidad, la nanotecnología ha tenido un gran auge en la comunidad científica mundial. Esto se ve plasmado en la interacción con los avances en las ciencias aplicadas. Uno de los grandes ejes de la nanotecnología es la producción y caracterización de nanopartículas metálicas, particularmente de plata, debido a sus innumerables aplicaciones en medicina, tratamiento y diagnóstico de cáncer, en industria, fabricación de pinturas con propiedades bactericidas, en cosméticos y herramientas de uso cotidiano, entre otras.

Estas aplicaciones se potencian a partir del control de la estructura y el tamaño de las nanopartículas de plata y su interacción con el medio que las rodea.

Nos planteamos entonces investigar la relación de tamaños, estructuras y concentraciones de NPs en los coloides generados por ablación laser de femtosegundo, en función de la energía entregada por pulso y la tasa de repetición, utilizando espectroscopía de extinción óptica. En el presente trabajo presentamos los resultados encontrados en este estudio.

## 455. Síntesis de nanotubos de carbono magnéticos a partir de nanopartículas de óxido de hierro

Ribetto F D[1],Carballo J M[1],Nuñez H[2],Bajales Luna N[2],Felisberto M D[1],Barbero C[3]

[1] *Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas Físico-Quimicas y Naturales - Universidad Nacional de Rio Cuarto*

[2] *Grupo de Ciencia de Materiales FaMAF, IFEG CONICET*

[3] *Departamento de Química, Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales, Universidad Nacional de Río Cuarto*

Nanopartículas (NPs) de maghemita fueron utilizadas como catalizadores para la síntesis de nanotubos de carbono, empleando deposición química en fase vapor (CVD), siguiendo el método reportado por Felisberto et al. [1]. En la etapa inicial del proceso de CVD, las NPs fueron reducidas a Fe metálico, en atmósfera de hidrógeno, a 800 °C. Luego, el crecimiento de los nanotubos se llevó a cabo mediante la inyección de acetileno en el reactor, manteniendo la temperatura constante en 800°C. Como resultado de la síntesis, se obtuvieron sistemas híbridos basados en nanotubos decorados con NPs de Fe. Estos nanotubos de carbono magnéticos (m-CNTs) poseen aplicaciones biomédicas en hipertermia, fototerapia, cell tracking, entre otras [2]. Previo al proceso de CVD, las NPs catalíticas fueron caracterizadas por difracción de rayos X (DRX) y microscopía de fuerza atómica (AFM). La morfología de los m-CNTs fue caracterizada por microscopía electrónica de barrido (SEM), mientras que las propiedades magnéticas fueron caracterizadas por magnetometría de muestra vibrante (VSM). Además, se monitoreó la respuesta eléctrica de los m-CNT por medio de una fuente de corriente AC y un nanovoltímetro, ambos acoplados al campo magnético generado por el controlador del VSM. Se midió la resistencia eléctrica en función de la temperatura, en el rango de 10 K a 290 K, aplicando una corriente constante de 10 nA. Los resultados indican que los m-CNTs exhiben efecto de magnetoresistencia a 290 K, cuando el campo aplicado es de 1 T.

[1] Felisberto M, Sacco L, Mondragon I, Rubiolo GH, Candal RJ, Goyanes S. The growth of carbon nanotubes on large areas of silicon substrate using commercial iron oxide nanoparticles as a catalyst. Mater Lett. 2010;64(20):2188-2190.

[2] Masotti A, Caporali A. Preparation of magnetic carbon nanotubes (Mag-CNTs) for biomedical and biotechnological applications. Int J Mol Sci. 2013;14(12):24619-24642.

## 456. Síntesis de películas delgadas de ZnO por sol-gel: Influencia del complejante, el envejecimiento y el secado en las características de los films obtenidos

Flores Zavala M[1],Cánepa H[2],Heredia E[2],Bojorge C[2]

[1] *Instituto Sabato - Comisión Nacional de Energía Atómica*

[2] *Centro de Investigación en Sólidos, Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas para la Defensa, UNIDEF (CONICET-MINDEF)*

El ZnO es un óxido funcional, con estructura wurtzita y con propiedades semiconductoras y piezoeléctricas, de gran interés por sus múltiples aplicaciones (sensores de gases, de humedad, de-

tectores de radiación UV, dispositivos optoelectrónicos, nanogeneradores, etc.). Existen diferentes métodos para la obtención de ZnO nanocristalino, los cuales pueden conducir a la formación de diferentes morfologías. Entre estos métodos, la química de sol-gel se presenta como una opción para la síntesis de películas delgadas.

Las características estructurales de los filmes de ZnO sintetizados por sol-gel y, en consecuencia, sus propiedades en general dependen fuertemente de las soluciones precursoras utilizadas, de las condiciones de realización de los depósitos y de los tratamientos térmicos. Son varios los parámetros químicos y físicos involucrados. Si bien se han publicado una gran cantidad de trabajos en relación a muchos de los parámetros que determinan las características de las películas obtenidas, varios de ellos llegan a resultados diferentes, aún cuando las condiciones experimentales son muy similares unas de otras. A pesar de que el proceso de sol-gel no es nuevo, todavía se desconoce la totalidad de los mecanismos que intervienen.

En el presente trabajo se estudió cómo diferentes tiempos de envejecimiento y tratamientos de secado entre las capas depositadas afectan la orientación cristalina en películas de ZnO sintetizadas por sol-gel a partir de dos soluciones precursoras, las cuales difieren en el complejante usado. Las películas son caracterizadas por difracción de rayos X (XRD) en modo Bragg Brentano y por microscopía electrónica de barrido (FESEM). Este trabajo es la continuación de estudios realizados con otras soluciones precursoras [1-3].

Referencias:

[1] Determinación mediante XR y GISAXS de la densidad en películas delgadas de ZnO sintetizadas por sol-gel con diferentes tratamientos de secado; Claudia D. Bojorge, Eduardo A. Heredia, Horacio R. Cánepa y Noemí E. Walsöe de Reca; 100° Reunión de la Asociación Física Argentina, Merlo, San Luis, 22 al 25 de Septiembre de 2015.

[2] Caracterización de películas nanoestructuradas de ZnO preparadas por sol-gel. Influencia de parámetros de síntesis en la estructura; C. Bojorge, H. Cánepa, J. Casanova, A. Craievich, E. Heredia, G. Kellermann. VIII Reunión Anual de la AACr, Santa Fe, 2012.

[3] Estudio de la orientación cristalina en películas delgadas de ZnO sintetizadas por sol-gel, en relación con el tratamiento de secado o preheat; C.D. Bojorge, E.A. Heredia, J.R. Casanova, N.E. Walsoe de Reca; I Reunión Latinoamericana de Cristalografía - IX Reunión Anual de la AACr; Córdoba, Argentina, 2013.

# MATERIA CONDENSADA BLANDA

MIÉRCOLES 05 17:00 - 18:00 hs y JUEVES 06 14:30 - 18:00 hs. Block 1 y Block 2

## 457. Acoplamiento entre defectos y curvatura en láminas delgadas de copolímero bloque

Catalini G[1],Abate A[2],Pezzutti A[2],Vega D[2]

[1] *Departamento de Física - Universidad Nacional del Sur*

[2] *Instituto de Física del Sur - Universidad Nacional del Sur*

Se estudió experimentalmente la dinámica de ordenamiento de una lámina delgada de copolímero bloque con estructura cilíndrica (PS-PHMA) depositada sobre un sustrato con curva-

tura controlada. Se realizaron sucesivos tratamientos térmicos y se caracterizaron las estructuras esmécticas dentro y fuera del equilibrio mediante microscopía de fuerza atómica (AFM). Se encontró que la orientación local de los cilindros se acopla con la modulación del sustrato. Se comparan los resultados con simulaciones numéricas de energía libre de Ginzburg-Landau en la aproximación de lámina delgada. Para ello se reescribió el operador Laplace-Beltrami 3D como la suma del operador L-B 2D más un potencial efectivo dependiente de la curvatura media de la superficie.

## 458. Algoritmo modular de trackeo

Sánchez J[1 2],Pury P[1],Marconi V I[1 3]
[1] *Facultad de Matemática Astronomía y Física - Universidad Nacional de Córdoba*
[2] *Centro de Investigación y Estudios de Matemática de Córdoba, CONICET - UNC*
[3] *Instituto de Física Enrique Gaviola de Córdoba, CONICET-UNC*

Se presenta un nuevo método computacional para automatizar el seguimiento de un sistema de partículas a partir de videos de microscopía óptica. Su utilidad es de gran espectro, sirve tanto para analizar desde un sistema clásico en materia condensada blanda (coloides, proteínas, virus, microtúbulos, vesículas, glóbulos), como para un sistema en materia activa, ya sea una población de micro o nano-nadadores naturales o artificiales (bacterias, espermatozoides, micro-nano-máquinas).

El procedimiento está basado en un esquema modular de procesamiento compuesto por tres etapas: i) detección de partículas, ii) reconstrucción de trayectorias, y iii) análisis de trayectorias. El módulo de detección se basa en la extracción de extremos locales en el Laplaciano de la función intensidad. En la reconstrucción de trayectorias se considera al conjunto de detecciones como nodos en un grafo dirigido, en el cual sus arcos reflejan relaciones de proximidad espacial y continuidad temporal entre nodos. La extracción de trayectorias se plantea entonces como la búsqueda de caminos plausibles entre nodos terminales de este grafo.

El método es aplicado a problemas ofrecidos por diversas disciplinas y encontrados en la literatura. El mismo es comparado con otros métodos existentes. La extracción de información cuantitativa confiable facilita el posterior modelado físico del problema y la caracterización estadística del sistema bajo estudio.

## 459. Comportamiento de fase y estructura de un modelo de red para microemulsiones

Bea E A[1],Trobo M L[1],De Virgiliis A[1]
[1] *Instituto de Física de Líquidos y Sistemas Biológicos, CONICET-UNLP*

Una microemulsión es una fase en la cual el agua y el aceite se mezclan de manera uniforme debido a la presencia de una pequeña cantidad de una sustancia anfifílica (surfactante), o sea una molécula compuesta de una cabeza polar que prefiere estar rodeada de agua, y una cadena carbonada que prefiere el aceite. Esta fase puede describirse como si estuviera formada por regiones coherentes (de tamaño mesoscópico) de agua y aceite, separadas por capas de anfifílicos; así la tensión superficial disminuye considerablemente. Resulta de interés el comportamiento de fase de estos sistemas, ya que variando la concentración de surfactante y la temperatura, puede observarse a la microemulsión coexistiendo con ambas fases homogéneas, ya sea la fase rica en agua como la fase rica en aceite. Además otras formas más complejas, de tipo cristal líquido, también pueden observarse [1]. La mayoría de las teorías para microemulsiones son de tipo fenomenológico [2] o

basadas en modelos microscópicos [3,4], sobre todo modelos de red. De estos últimos, uno de los más sencillos es el de Widom, que es isomorfo a un modelo de Ising de espin $\frac{1}{2}$. Ahora las moléculas se identifican con los enlaces entre dos primeros vecinos en la red. Es decir, se considera a cada par de espines (+1,+1) primeros vecinos como una molécula de agua, cada par (-1,-1) como una molécula de aceite y cada par (+1,-1) como una molécula de surfactante. Además se consideran interacciones ferromagnéticas a primeros vecinos, antiferromagnéticas a segundos vecinos y se agrega otro acoplamiento antiferromagnético a vecinos separados una distancia d=2 en la red.
El diagrama de fase de este modelo presenta cuatro clases de fases: una rica en aceite, una rica en agua, una fase desordenada y fases lamelares. Ha sido resuelto por teoría de campo medio [3] y tambien ha sido estudiado parcialmente mediante simulaciones [5], aunque una descripción precisa del borde de fase para cualquiera de estas transiciones queda pendiente todavía.
Presentamos entonces un estudio Monte Carlo detallado del modelo de Widom en una red cúbica simple. Mediante técnicas de repesado de histogramas obtenemos información precisa sobre la línea de transición entre la fase rica en agua o aceite y la fase de fluido desordenado. También caracterizamos su comportamiento crítico, y vemos que pertenece a la clase de universalidad del modelo de Ising standard. Por último, el análisis de funciones de correlación de pares nos permite identificar a la microemulsion como la fase desordenada que presenta estructura a escala mesoscópica.

[1] A. Ben-Shaul, W. M. Gelbart, en Micelles, Membranes, Microemulsions and Monolayers, ed. W. M. Gelbart, A. Ben-Shaul, D. Roux, p. 1 (Springer, 1994).

[2] G. Gompper, M. Schick, en Phase Transitions and Critical Phenomena, ed. C. Domb, J.L. Lebowitz, Vol. 16 (Academic Press, 1994); S. A. Safran, en Modern ideas and problems in amphiphilic science, ed. W. M. Gelbart, D. Roux , A. Ben-Shaul (Springer, 1992).

[3] B. Widom, J. Chem. Phys. 84, 6943 (1986).

[4] A. Ciach, J. S. Hoye, G. Stell, J. Phys. A 21, L777 (1988); G. Gompper, M. Schick, Phys. Rev. Lett. 62, 1647 (1989); R. G. Larson, J. Chem. Phys. 96, 7904 (1992).

[5] N. Jan, D. Stauffer, J. Physique 49, 623 (1988); D. Chowdhury, D. Stauffer, J. Chem. Phys. 95, 7664 (1991); J. Phys. A 24, L677 (1991).

(*) adevir@iflysib.unlp.edu.ar

## 460. Composición de micelas mezcladas de DTAB-TX100: Comparación de modelos teóricos y resultados experimentales.

Fernández-Leyes M D[1],Serafini P[2],Pereyra R[3],Schulz E[3],Ritacco H[1]

[1] *Instituto de Física del Sur - Universidad Nacional del Sur*

[2] *Departamento de Física, Universidad Nacional del Sur*

[3] *Departamento de Química - Universidad Nacional del Sur*

Los anfifilos, surfactantes o tensoactivos son moléculas orgánicas en cuya estructura consta de una "cola" hidrofóbica y una "cabeza" hidrofílica. Una forma de satisfacer esta dicotomía de afinidades en soluciones acuosas, es formar agregados llamados "micelas" en los que las colas forman un núcleo no polar y las cabezas quedan expuestas al agua. Las micelas tienen muchas aplicaciones debido a su capacidad de disolver sustancias normalmente insolubles en agua, lo cual las hace particularmente importante en campos como la industria farmacéutica, médica, textil, alimenticia, minera, etc. En muchas aplicaciones no se usa un solo anfifilo, sino mezclas de ellos debido a que a menudo las propiedades se realzan o incluso surgen nuevas. Es entonces importante describir y si es posible, predecir el comportamiento de las mezclas

para su aplicación racional. El conocimiento de la composición de las micelas de tensoactivos mezclados ha sido siempre un problema a resolver debido a que el experimentador solo conoce la composición total del sistema. Uno de los modelos más populares es el de Rubingh-Holland o "Teoría de soluciones regulares" que supone que la entropía de mezcla en exceso es nula, motivo por el cual ha sido cuestionada. Recientemente Shulz y Durand desarrollaron un modelo basado en la aproximación de la energía libre de Gibbs en exceso por una serie de Taylor, que minimiza la energía de micelización. (1) En el presente trabajo aplicamos ambos modelos y los contrastamos con los resultados experimentales. Para ello, realizamos estudios mezclas acuosas de un tensoactivo catiónico bromuro de dodeciltrimetilamonio (DTAB) y un tensoactivo no iónico (Tritón X-100) mediante una serie de técnicas que responden a la presencia de monómeros y agregados, incluyendo mediciones de conductividad, tensión superficial dispersión de luz dinámica, dispersión de luz estática y el uso de electrodos selectivos.

(1) Erica P. Schulz, Guillermo A. Durand Computers and Chemical Engineering 87 (2016) 143-153

## 461. Electrodo semiconductor basado en nanohilos de ZnO tipo n sobre Si tipo p para la detección de glucosa

Gallay P[1],Tirado M[2],Comedi D[1]

[1] *Laboratorio de Fisica del Solidos, Dpto. Fisica, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán*

[2] *Laboratorio de Nanoestructuras y Propiedades Dieléctricas de la Materia - FACET - UNT*

La búsqueda de biosensores de glucosa con una mayor sensibilidad ha llevado a los investigadores a integrar en electrodos electroquímicos diferentes nanoestructuras funcionalizadas con glucosa oxidasa (GOx) buscando aprovechar la alta área superficial y nuevos mecanismos de transporte específicos exhibidos por estos materiales. Aunque se han reportado varios casos de éxito, existen muchas cuestiones abiertas con respecto a la repetitividad y la estabilidad del biosensor, que a su vez están relacionadas con los procesos que se producen en el sistema GOx/Nanoestructuras durante el proceso de detección. Estos procesos son muy importantes en el mecanismo de transducción de la señal analítica.

En este trabajo, presentamos la fabricación, estudio y desempeño de un electrodo construido totalmente con semiconductores basado en nanohilos (NHs) de ZnO capaz de detectar concentraciones de glucosa tan bajas como 0.3 mM . Los NHs de ZnO fueron crecidos sobre silicio altamente dopado tipo p, a través del método carbotérmico- Los sustratos de Si dopado fueron previamente recubiertos con nanopartículas de Au. La nanoestructura está caracterizado por la formación de una capa rugosa de ZnO sobre la cual crecieron los NHs con orientación preferencial perpendicular al sustrato. Los nanohilos fueron funcionalizados con la enzima glucosa oxidasa (GOx). Posteriormente, el electrodo fue recubierto con una resina polimérica comercial Nafion ®® para estabilizar la inmovilización de la enzima. Se realizaron estudios por microscopía electrónica de barrido para la optimización de cada etapa en la fabricación del biosensor.

La evaluación de la respuesta electroquímica del electrodo biosensor se realizó utilizando EIS (Espectroscopia de Impedancia Electroquímica) aprovechando sus ventajas sobre los métodos en corriente continua (como voltamperometría cíclica y otras), en particular la obtención de corrientes medidas en varios órdenes de magnitud más altas que las corrientes típicas (del orden de los nA) en voltamperometría cíclica. Se estudió la respuesta del dispositivo en un amplio rango de frecuencias (102-106 Hz) para distintos 15 agregados de glucosa. Se encontró un intervalo de frecuencia (105-106 Hz) donde es máxima respuesta del sensor, coincidiendo con un máximo

en la fase. Se presenta un análisis detallado de dicha respuesta en términos de la admitancia, demostrando una respuesta lineal en todo el rango de concentración de glucosa estudiado y se discute el rol de las distintas interfaces en el comportamiento eléctrico y electroquímico del dispositivo.

## 462. Estudio de la Dinámica de Colapso en Espumas a partir del sonido emitido en las rupturas.

Dominguez C[1],Fernandez Leyes M[1],Cuenca E[2],Fernández Miconi E[1],Ritacco H[1]

[1] *IFISUR, Universidad Nacional del Sur, CONICET, Departamento de Física, Av. Alem 1253, 8000 Bahía Blanca, Argentina*

[2] *Facultad de Cs Exactas FcoQca y Nat., Universidad Nacional de Rio Cuarto,*

Uno de los procesos más difíciles de entender en la física de espumas es el colapso y la coalescencia, es decir, la ruptura de los films líquidos que separan y enmarcan las burbujas. En este trabajo estudiamos la dinámica del colapso de burbujas individuales estabilizadas con un tensoactivo biodegradable de la familia de los tensoactivos GEMINI, el 12-2-12, a concentraciones superiores a la micelar crítica (cmc). Para ello analizamos el sonido emito por la burbuja al romper. Las ondas de presión emitidas traen información sobre la energía liberada en la ruptura, los mecanismos de disipación de esta (2D y 3D) y de la dinámica de ruptura. Todo esto puede ser estudiando en función de las propiedades de volumen (viscosidad, espesor de films), de las interfaces agua/aire (reología interfacial) y de parámetros físicos tales como el tamaño de burbuja y la fracción de liquido, entre otros. A partir del tiempo característico de amortiguación de las ondas de sonido hemos estimado el tiempo de ruptura de las burbujas en función de las propiedades de volumen e interfaciales.
Mediante una simple modificación del modelo de resonancia de Helmholtz hemos sido capaces de interpretar la variación de la frecuencia característica del sonido emitido por la burbuja al colapsar con diversos parámetros fisicoquímicos de nuestros sistemas: radio de burbuja, tensión interfacial, viscosidad etc.

## 463. Evaluación físico-química y reológica del biofilm de Bacillussp. MCN4 y su aplicación como soporte en inmovilización de enzimas

Martorell P V[1],Gómez López A d R[2],Romero C M[1 3],Baigori M D[1 3],Nieto Peñalver C[1 3],Mechetti M[2]

[1] *Planta Piloto de Procesos Industriales y Microbiologicos (PROIMI) CONICET*

[2] *Laboratorio de Física de fluidos y electrorreología, Dpto. de Física, FACET, UNT*

[3] *Facultad de Bioquímica, Química y Farmacia, Univ. Nac. de Tucumán*

Los biofilms son comunidades densamente pobladas de células microbianas protegidas y unidas por una matriz extracelular de materiales poliméricos. La estructura y propiedades reológicas de la matriz están involucradas en la retención y transporte de moléculas y células en el biofilm, regulando el comportamiento de la comunidad dentro del mismo. Sin embargo a pesar de su importancia, existe poca descripción cuantitativa del comportamiento de los componentes de esta matriz polimérica correlacionado con las propiedades reológicas de la misma. El objetivo de este trabajo fue caracterizar los componentes del biofilm de la cepa de *Bacillussp*. MCN4 y su correlación con las propiedades reológicas del exopolisacárido (EPS) y del biofilm de dicho microorganismo. Al realizar el análisis del contenido proteico se determinó 753 $\mu$g/ml de ADN extracelular, 88,4 $\mu$g/ml de proteínas totales, 9,13 $\mu$g/ml de actividad lipasa y 223 $\mu$g/ml de

azúcares reductores totales presentes en el EPS. Es sabido que la presencia de proteínas y de ADN extracelular están directamente involucrados en la estructura y reología de los biofilms bacterianos. El tipo de fragmentos de ADN y su concentración son parámetros fundamentales en el comportamiento reológico, como así también la presencia de azúcares, y proteínas en el EPS. Es importante destacar la presencia de actividad lipasa dentro del biofilm. Esta enzima estaría entrampada dentro del mismo, convirtiéndolo en un potencial sistema de inmovilización enzimático. De esta manera conociendo el comportamiento reológico del biofilm se plantea la construcción de un nuevo biocatalizador con actividad lipasa para su potencial aplicación en la industria oleoquímica. Se realizó un primer tratamiento al biofilm con hidróxido de sodio, centrifugándose y del precipitado se extrajeron una fracción soluble en hidróxido de sodio (muestra M1) y otra soluble en medio líquido hidrofílico agua-etanol (muestra M2). Se estudió el comportamiento reológico de ambas muestras a las temperaturas de 5 °C (de almacenamiento) y 20 °C (ambiente) y se obtuvieron los reogramas correspondientes los que mostraron un comportamiento claramente newtoniano en el caso de la muestra M1 y un comportamiento pseudoplástico para la muestra M2. Ninguno de las muestras estudiadas presenta tixotropía. Se evaluaron distintos modelos de ajuste para las curvas de esfuerzo de cizalla. De estos resultados se determina experimentalmente que la muestra M2 es la que contiene el exopolisacárido, con los contenidos de proteínas, ADN, actividad lipasa y azúcares reductores totales indicado. En el caso del biofilm, el comportamiento reológico es no newtoniano, la curva de esfuerzo de cizalla muestra un esfuerzo inicial distinto de cero. En los estudios viscoelásticos se determinó el rango lineal para G'y G"en función del esfuerzo de cizalla y se observaron en las curvas de los módulos de almacenamiento y pérdida en función de la frecuencia que el sistema tiene un comportamiento más viscoso que elástico hasta una frecuencia aproximadamente igual a 5 Hz, a partir de la cual la situación se revierte y el sistema presenta características elásticas.

## 464. Influencia de la geometría en la formación de multicapas de polielectrolitos.

Fernández Miconi E[1],Fernandez Leyes M[1],Ritacco H[1]
[1] *IFISUR, Universidad Nacional del Sur, CONICET, Departamento de Física, Av. Alem 1253, 8000 Bahía Blanca, Argentina*

Las multicapas de polielectrolitos (Poly-Electrolyte Multilayers, PEMs) creadas mediante deposición capa por capa (Layer-by-Layer, LbL) se han convertido en un tema de investigación en constante crecimiento desde su propuesta por parte de G.Decher en 1997. [1]

Este creciente interés ha visto la creación de PEMs sobre substratos de múltiples características, desde wafers planos de silicio hasta partículas coloidales de variadas formas y tamaños. Se ha demostrado a su vez la injerencia de la geometría de partículas coloidales en fenómenos como la absorción celular [2] y en su auto-organización [3]. A pesar de todo esto, se han dedicado escasos esfuerzos al estudio de la influencia de la geometría del substrato en la formación de las capas.

En este trabajo se muestran resultados preliminares sobre el efecto de la geometría del substrato en la formación de multicapas de polímeros. Para ello se utilizaron Polyethylenimine (PEI) y Poly(diallyldimethylammonium chloride) (PDADMAC) como policationes y Poly(sodium 4-styrenesulfonate) (PSS) como polianión para la formación de sistemas modelo sobre una variedad de substratos tanto planos como curvados. Se usaron DLS (Dynamic Light Scattering) y ELS (Electrophoretic Light Scattering) para la caracterización de los sistemas coloidales y elipsometría

para el estudio de los sistemas planos.

[1] G. Decher, Fuzzy Nanoassemblies: Toward Layered Polymeric Multicomposites, (1997), Science, Vol. 277, Issue 5330, pp. 1232-1237, DOI: 10.1126/science.277.5330.1232

[2] Bogdan V. Parakhonskiy, Alexey M. Yashchenok, Manfred Konrad, Andre G. Skirtach, Colloidal micro- and nano-particles as templates for polyelectrolyte multilayer capsules, (2014), Advances in Colloid and Interface Science, Vol 207, 253-264, DOI:10.1016/j.cis.2014.01.022

[3] Lisunova, M., Holland, N., Shchepelina, O., Tsukruk, V.V. Template-assisted assembly of the functionalized cubic and spherical microparticles, (2012) Langmuir, 28 (37), 13345-13353. DOI: 10.1021/la303096h

## 465. Metodología estadística Bayesiana aplicada al análisis de espectros de relajación dieléctrica del poliisopreno

Ciocci Brazzano L[1 2],Sorichetti P A[1],Matteo C L[1 2],Pellizza L J[2 3],Marzocca A[4]

[1] *Departamento de Física, Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires*

[2] *Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas*

[3] *Instituto Argentino de Radioastronomia*

[4] *Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad de Buenos Aires*

Tanto para la investigación básica, como para aplicaciones tecnológicas, es de gran importancia un conocimiento preciso de las propiedades de los materiales. La espectroscopía dieléctrica de banda ancha es una técnica ampliamente utilizada para la caracterización de materiales desde el punto de vista eléctrico, analizando la interacción del material bajo estudio ante la excitación por un campo eléctrico dependiente del tiempo. Para excitaciones con frecuencias menores a $10^{12}$ Hz, las propiedades eléctricas están dominadas por los procesos de relajación, cuyo análisis, mediante modelos fenomenológicos, permite caracterizar la respuesta eléctrica del material a partir de un pequeño conjunto de parámetros. La determinación precisa de estos parámetros es de gran utilidad tanto para la investigación de materiales, como para el diseño de dispositivos y otras aplicaciones. Típicamente esta determinación se lleva a cabo mediante el ajuste del modelo a los datos experimentales por el método de cuadrados mínimos, lo cual presenta problemas a la hora de ajustar espectros complejos. Por estas razones, en un trabajo previo desarrollamos un método de ajuste basado en la estadística Bayesiana, que permite resolver algunos de los problemas que tienen los métodos clásicos de ajuste. En este trabajo presentamos el análisis del espectro de relajación dieléctrica de muestras de goma de poliisopreno aplicando la metodología desarrollada por nosotros. Determinamos los parámetros de las funciones dieléctricas y comparamos los resultados con los obtenidos por métodos estadísticos clásicos.

## 466. Nanopartículas de Pd. Correlación entre Cinética de reacción en medio confinado y tamaño de partícula

Sánchez Morales J F[1],Fernández Leyes M[1],Sánchez M D[1],Ritacco H A[1]

[1] *IFISUR, Universidad Nacional del Sur, CONICET, Departamento de Física, Av. Alem 1253, 8000 Bahía Blanca, Argentina*

La preparación de nanopartículas metálicas (NPs) empleando microemulsiones (ME) es un método que permite cierto control sobre el tamaño de las NPs, lo cual permitiría mejorar el

desempeño de éstas en potenciales aplicaciones tales como la catálisis o el suministro controlado de medicamentos [1,2,3]. Sin embargo, en muchos trabajos publicados, no existe una clara correlación entre el tamaño de la micela de la microemulsión y el tamaño final de las NPs obtenidas. Nuestro objetivo es echar luz sobre este punto partiendo de la idea que la cinética de reacción en medios confinados juega un papel importante en las características finales del material obtenido. Se realizaron experimentos preparando microemulsiones a partir de bromuro de dodeciltrimetilamonio (DTAB) como surfactante, alcohol etílico (cosurfactante), agua y benceno como solventes. Se prepararon en forma independiente, microemulsiones con micelas conteniendo una determinada cantidad del precursor de paladio (cloruro de paladio, $PdCl_2$) y otra con una adecuada cantidad del reductor (borohidruro de sodio, $NaBH_4$), que posteriormente se mezclaron. El tamaño de las micelas en la microemulsión, entre 8 y 20 nm, se controló variando la relación surfactante/agua. Las microemulsiones se caracterizaron mediante dispersión de luz dinámica (DLS) y el material de paladio obtenido por microscopiía electroónica de transmisioón (TEM), espectrometriía de luz ultra violeta (UV-vis) y DLS. La cinética de formación de las nanopartículas de paladio se siguió por espectrometriía UV-vis, en función de las concentraciones de precursor y reductor. Se presentan resultados que correlacionan el tamaño y las características de las NPs obtenidas con el grado de confinamiento (tamaño de micela) y con la cinética de reacción. Nuestros resultados sugieren una compleja interdependencia de estos factores en las características finales del material.

Referencias

[1] V. Uskoković, M. Drofenik. Surf. Rev. Lett. 12(2) (2005) 239-277.
[2] CC. Wang, DH Chen, TC Huang. Colloid Surface A. 189(2001) 145-154.
[3] M. Boutonnet, S. Lögdberg, E. Svensson. Curr. Opin. Colloid Interface Sci. 13 (2008) 270-286.

## 467. Propiedades Estructurales de Nanocanales de Estado Sólido Modificados con Polielectrolitos

Gilles F M[1],Tagliazucchi M[2],Azzaroni O[1],Szleifer I[3]
[1] *Instituto de Investigaciones Fisicoquímicas Teóricas y Aplicadas (INIFTA), CONICET - UNLP*
[2] *Inst. de Química Física de los Materiales Medio Ambiente y Energía, CONICET-UBA*
[3] *Department of Chemistry, Northwestern University, Evanston, Illinois 60208-3113 USA*

La rectificación del transporte iónico a través de nanocanales de estado sólido es el resultado de la combinación de geometrías no simétricas con paredes cargadas[1]. El método de construcción de nanocanales[2] determina la geometría así como cierta carga superficial responsiva al pH de la solución. La modificación de la superficie interna del nanocanal con cepillos poliméricos o monocapas de polielectrolitos (polímeros que cambian su estado de carga con el pH de la solución), surge como una estrategia prometedora para incorporar carga responsiva, controlable experimentalmente.

En este trabajo se presenta un estudio sobre la adsorción de polielectrolitos en nanocanales de estado sólido, el confinamiento de cadenas poliméricas y su relación con las propiedades de transporte. La descripción teórica que se utiliza consiste en escribir la energía libre del sistema incorporando el detalle molecular de las cadenas poliméricas, la geometría y las interacciones relevantes. La teoría molecular utilizada permite explicar el comportamiento macroscópico a partir de la organización molecular del sistema[3][4]. Una técnica de aproximación a geometrías nocilíndricas fue publicada recientemente[5] y es la que utilizamos en este trabajo para explorar

la posibilidad de distribuciones no-homogéneas de polímero dentro del poro y sus consecuencias observacionales.

[1] Z. S. Siwy, Adv. Funct. Mater. 2006, 16 (6), p 735.

[2] P. Y. Apel et al, Nanotechnology 2012, 23 (22), 225503.

[3] M. Tagliazucchi, M. and O. Azzaroni anda I. Szleifer, J. Am. Chem. Soc. 2010, 132 (35), p 12404.

[4] M. Tagliazucchi and M. O. De la Cruz and I. Szleifer, Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A. 2010, 107 (12), p 5300.

[5] F. M. Gilles and M. Tagliazucchi and O. Azzaroni, and I. Szleifer, J. Phys. Chem. C, 2016, 120 (9), p 4789

## 468. Purificación de $\beta$-lactoglobulina de suero lácteo mediante la formación de un complejo con alginato.

Torres P[1],Ingrassia R[2],Sanchez Varretti F O[3],Ramirez Pastor J A[1],Boeris V[2],Narambuena C F[1]

[1] *Instituto de Física Aplicada,CONICET-UNSL*

[2] *Facultad de Ciencias Bioquímicas y Farmacéuticas - Universidad Nacional de Rosario*

[3] *Facultad Regional San Rafael - Universidad Tecnológica Nacional*

Las proteínas del suero lácteo se destacan por su elevado valor biológico y por su contenido de aminoácidos esenciales. La $\beta$-lactoglobulina (BLG) es el componente principal del suero lácteo. Una propuesta interesante es obtener concentrados de esta proteína utilizando polisacáridos como el alginato. Este polisacárido es capaz de ionizarse en solución acuosa y adquirir carga eléctrica, por lo tanto actúa como un polielectrolito (PE). Los PE se destacan por la capacidad para coacervar proteínas. Nos enfocaremos en las contribuciones electrostáticas, dado que tanto el AL como la BLG tienen numerosos grupos ionizables. Usaremos el método de monte carlo y un modelo de grano grueso para los monómeros del alginato, los aminoácidos y los iones pequeños. El solvente (agua) va a ser modelado en términos de un continuo dieléctrico. La BLG va a ser aproximada por un cuerpo rígido utilizando datos estructurales obtenidos el PDB. La carga actual sobre un residuo de aminoácido depende del pH, esto será tomado en cuenta en el esquema semigrancanónico para titular estos aminoácidos.

El punto isoeléctrico de la proteína calculado mediante las simulaciones de monte carlo es aproximadamente 4.7 que concuerda con el valor experimental. Se forma el complejo a pH menores al punto isoeléctrico de la proteína, dado que esta tiene una carga neta positiva tendrá una fuerte atracción electrostática con el alginato que esta cargado negativamente. En este trabajo presentamos el estudio sistemático de la interacción electrostatica entre la BLG y el alginato.

## 469. Simulación numérica del crecimiento y conexión de colonias de células o individuos en ecosistemas.

Zarragoicoechea G J[1] [2],Meyra A G[2]

[1] *Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires*

[2] *Instituto de Física de Líquidos y Sistemas Biológicos, CONICET-UNLP*

Los potenciales SALR (short attractive/long repulsive) han demostrado gran versatilidad para representar sistemas con interacciones competitivas a corto alcance y cooperativas a largo alcance (patrones en ecosistemas, sistemas coloidales, confinamiento en medios porosos, ...). Usamos esta clase de potencial para representar, en forma efectiva, la interacción y diferenciación celular, o la reproducción y muerte de individuos en un sistema en crecimiento. El modelo del sistema

asume una configuración inicial donde dos componentes son distribuidas en diferentes zonas de la celda de simulación, sin mezclarse. Se deja evolucionar este sistema utilizando simulación Monte Carlo en el conjunto Gran Canónico. La eliminación de un individuo se realiza eligiéndolo al azar, como es usual. Pero la creación de una nueva entidad se logra ligándola a un individuo ya existente, marcando con un color todos los individuos de una misma familia. De esta forma podemos seguir la evolución del sistema, registrando temporalmente (pasos de Monte Carlo) las diferentes configuraciones generadas. Los resultados muestran que los patrones y el comportamiento obtenidos representan, por ej., la vascularización de tejidos, donde células con una determinada funcionalidad tratan de conectarse entre sí.

# FOTÓNICA y ÓPTICA

MIÉRCOLES 05 17:00 - 18:00 hs y JUEVES 06 14:30 - 18:00 hs. Block 1 y Block 2

## 470. Bio-Speckle como herramienta para caracterizar el aumento poblacional de microalgas en bio-ensayos a escala de laboratorio

Romero G G[1 2],Monaldi A C[1 2],Domínguez D O[3 2],Moraña L[4],Blanc A V[2]

[1] *Facultad de Ciencias Exactas - Universidad Nacional de Salta*

[2] *Grupo de Óptica Láser, Instituto de Investigaciones en Energía No Convencional (UNSa-CONICET)*

[3] *Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Salta*

[4] *Facultad de Ciencias Naturales - Universidad Nacional de Salta*

Las microalgas están presentes en todos los ecosistemas de la Tierra, no solo acuáticos sino también terrestres; en particular, éstas conforman la base de la trama alimentaria. Las microalgas utilizan la luz solar, diversos nutrientes y el CO2 para sintetizar biomasa, biomoléculas y metabolitos de importancia económica. Estos productos, constituyen una de las fuentes más prometedoras para aplicaciones en industrias tales como alimenticia, medicamentos y de cosméticos, en energía alternativa (bio-combustible), entre otras. En este trabajo se pretende contribuir al desarrollo de metodologías para la explotación masiva de microalgas en bioensayos a escala de laboratorio, a partir de la caracterización y monitoreo de la producción de biomasa microalgal utilizando efluentes agroindustriales como nutrientes. Las técnicas estándar para estudiar la producción de biomasa de microalgas requieren en general de su cultivo, a escala de laboratorio, en fotobiorreactores bajo condiciones controladas de luz, temperatura y aireación. Se preparan medios de cultivo utilizando diferentes desechos agroindustriales y se realiza diariamente el seguimiento de los cultivos a efectos de medir el incremento de las poblaciones de microalgas, a través de conteos en microscopio y de mediciones de densidad óptica a distintas longitudes de onda de muestras obtenidas de los fotobiorreactores. Esta tarea rutinaria en un laboratorio de biología requiere de un gran esfuerzo. En este sentido, las técnicas de speckle dinámico, que utilizan las propiedades de la luz láser dispersada por las muestras, constituyen una herramienta alternativa interesante para el desarrollo de un método no invasivo, ya que permitiría en un futuro la determinación del aumento poblacional in-situ; esto es, sin necesidad de extraer las muestras de los fotobiorreactores. En este trabajo, la medición de las curvas de crecimiento de microalgas,

cultivadas en fotobiorreactores con distintas formulaciones de desechos agroindustriales, se lleva a cabo mediante técnicas de speckle dinámico utilizando diversos parámetros, para caracterizar la actividad la que se correlaciona con la cantidad de microalgas presentes en la muestras. Por otro lado, como los pigmentos de las algas captan la luz a longitudes de onda específicas, la fuente de luz utilizada para generar los patrones de speckle es un láser multilínea. El método es calibrado contrastando los resultados con los obtenidos por los biólogos que miden densidades ópticas a diferentes longitudes de onda en un espectrómetro marca Hach DR 5000 y recuento de individuos en microscopio convencional.

## 471. Construcción y caracterización de un demodulador de fase birrefringente

Sandá Seoane R M[1 2],Di Filippo J M[1 2],Garea M T[1],Perez L I[1 3],Riobó L M[1 4],Veiras F E[1 4]

[1] *Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ingeniería. Departamento de Física. Grupo de Láser, Óptica de Materiales y Aplicaciones Electromagnéticas. Paseo Colón 850, C1063ACV Buenos Aires, Argentina.*

[2] *Alumno/a de Laboratorios 6 y 7 de la Licenciatura en Ciencias Físicas. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires*

[3] *Universidad de Buenos Aires. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. Instituto de Tecnologías y Ciencias de la Ingeniería "Hilario Fernández Long". Facultad de Ingeniería. Paseo Colón 850, C1063ACV Buenos Aires, Argentina.*

[4] *Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. Facultad de Ingeniería. Universidad de Buenos Aires. Paseo Colón 850 C1063ACV CABA*

En este trabajo se presenta la construcción y caracterización de un demodulador de fase birrefringente a partir de piezas de cristal uniaxial. Este dispositivo se destaca frente a otros demoduladores de fase por su bajo costo y su sencilla calibración. El mismo es un interferómetro de polarización de camino común, robusto frente a vibraciones y perturbaciones ambientales. Su funcionamiento se basa en una placa plano paralela de cristal uniaxial con una de sus caras pulidas y la otra esmerilada. La información de fase a recuperar es la diferencia de fase entre las componentes ortogonales del campo eléctrico del haz incidente que ingresa por la cara esmerilada. El esmerilado de la superficie, permite generar una fuente puntual a partir del haz incidente, lo que da lugar a un cono de luz que se propaga a través del cristal birrefringente. El corte del cristal de cuarzo elegido es tal que el eje óptico del mismo queda a 45° de las interfaces. Esto permite obtener un patrón de franjas prácticamente verticales que facilita la aplicación del método de la transformada de Fourier para la recuperación de la fase.

Entre los aspectos fundamentales encontrados en la construcción de la pieza de cristal se destacan el tamaño de polvo esmeril utilizado, la calidad del pulido y el paralelismo de las caras. Para la demodulación de fase se implementaron dos sistemas de detección distintos (cámara digital y arreglo de fotodiodos discretos), cada uno de ellos asociado a algoritmos de procesamiento diferentes.

Para observar el desempeño de este demodulador, se introdujeron diferencias de fase conocidas en un haz linealmente polarizado. A este fin, se utilizaron distintas láminas retardadoras que se rotaron azimutalmente. Los resultados obtenidos muestran que el dispositivo es eficiente como demodulador de fase. Adicionalmente, permite determinar si la lámina es rotada adecuadamente, ya que el sistema es altamente sensible a la alineación de la lámina retardadora que modula la fase.

Las prestaciones de este demodulador permiten que pueda ser utilizado para recuperar la información de fase en interferómetros de dos haces, cuyas ramas pueden separarse en polari-

zaciones lineales ortogonales. También, puede utilizarse en elipsometría ya que permite medir la diferencia de fase entre las componentes ortogonales del campo eléctrico que interactuó con la muestra. Este abanico de posibilidades y prestaciones sugiere que el demodulador sería apto para dispositivos portátiles y/o lab-on-a-chip (LOC). El trabajo se realizó en el marco de la asignatura Laboratorio 6 y 7 de la Licenciatura en Ciencias Físicas (FCEyN UBA).

## 472. Determinación de espesores de películas delgadas mediante holografía digital

Balducci N[1],Budini N[1 2],Urteaga R[1]
[1] *Instituto de Física del Litoral (UNL-CONICET)*
[2] *Facultad de Ingeniería Química - Universidad Nacional del Litoral*

La determinación de espesores de películas delgadas depositadas sobre distintos sustratos es de suma importancia en muchas áreas de la investigación básica o aplicada en física. Existen diversos métodos para este propósito, siendo los más comunes aquellos basados en la espectroscopía óptica por transmitancia o reflectancia. La holografía digital (HD) es una técnica óptica no destructiva mediante la cual se registra un mapa bidimensional de interferencia (holograma) debido a la superposición, sobre un sensor tipo CCD o CMOS, de un haz o frente de onda de referencia y otro proveniente de la muestra bajo estudio (ambos coherentes entre sí), ya sea al ser reflejado o transmitido por ella. El holograma digital así registrado contiene información sobre la morfología tridimensional de la muestra, dado que la intensidad en cada uno de sus píxeles es función de la diferencia de fase (o diferencia de camino óptico) entre los frentes de onda que interfieren. Debido a su alta sensibilidad a diferencias de camino óptico, la HD resulta útil para la determinación precisa de mapas bidimensionales del espesor de películas delgadas, lo cual es superador respecto de las técnicas espectroscópicas que proveen *per se* sólo un valor medio del espesor sobre el área iluminada de la muestra. En este trabajo estudiamos la implementación de un esquema holográfico simple en configuración Michelson para determinar la distribución de espesores de películas delgadas. Analizamos depósitos de plata, obtenidos por evaporación, y depósitos de óxido de silicio, obtenidos por RF-sputtering, sobre sustratos de silicio monocristalino para testear el desempeño del sistema experimental. Se optimizaron el sistema experimental y los algoritmos numéricos de reconstrucción y corrección de aberraciones ópticas para desarrollar un sistema fiable de medición de espesores de películas delgadas de distinta naturaleza.

## 473. Diseño de un dispositivo compacto de lente Térmica multi-longitud de onda para medición de trazas

Rago Méndez J[1 2],Barreiro N[2],Slezak V[2]
[1] *Estudiante de Licenciatura en Ciencias Físicas en la Universidad de Buenos Aires*
[2] *Centro de Investigaciones en Láseres y Aplicaciones, UNIDEF (CONICET-MINDEF)*

Existe un creciente interés a nivel mundial en el estudio de métodos compactos y sensibles para el monitoreo de trazas contaminantes y biológicas en ríos, lagos, mares y aguas subterráneas. Los métodos más utilizados con este fin [1], si bien son muy sensibles, son costosos y de gran tamaño lo cual los hace poco viables para estudios *in situ*. En este trabajo se propone el diseño un dispositivo alternativo basado en espectroscopía de lente térmica (LT). Ésta ha demostrado ser una de las técnicas más sensibles para detección de trazas en líquidos [2] y puede ser aplicada en múltiples campos como la biología, la medicina, el análisis químico y la industria alimentaria [2,3]. El efecto de lente térmica consiste en la excitación periódica, mediante radiación UV o visible

enfocada, de una muestra líquida absorbente que se relaja de modo no radiativo. El calentamiento local genera un gradiente en el índice de refracción de la muestra y da lugar a la llamada lente térmica. Las variaciones periódicas de dicha lente son medidas estudiando el desenfoque de un laser de prueba. Para ello, a continuación de la muestra, se coloca un $pinhole$ que es atravesado por el haz desenfocado. Las variaciones en la intensidad de luz a la salida del mismo se miden con un fotodiodo y son proporcionales a la absorbancia de la muestra excitada [2,3]. Si bien los dispositivos LT son muy sensibles presentan algunas desventajas: dependen de láseres costosos, son de gran tamaño y altamente sensibles a la alineación, dependen del uso de osciloscopios y/o amplificadores *lock-in* [4].

En este trabajo se propone un dispositivo LT compacto que utiliza dos punteros láser (405nm y 532nm) modulados por corriente (a 4Hz y 7Hz) como fuente de excitación y un diodo rojo (635nm) como haz de prueba. Los haces se enfocan sobre la muestra con una lente de foco corto (18 mm) cuya aberración cromática permite una separación óptima entre los haces de excitación y prueba, la cual incrementa la señal LT. A modo de $pinhole$, se utiliza una fibra óptica de 200 $\mu$m de diámetro que permite colectar la luz del haz de prueba y llevarla hasta el fotodiodo. La adquisición se realiza mediante una placa microcontroladora Arduino cuya resolución es incrementada a 15 bit mediante un conversor analógico digital con ganancia programable. El análisis de señal por transformada de Fourier permite medir en ambas longitudes de onda en forma simultánea. Como ejemplo, en este trabajo se muestra la aplicación del dispositivo LT a una muestra de colorante Naranja II que absorbe en ambas longitudes de onda y se determina la sensibilidad y límite de detección para cada longitud de onda.

[1] Analytical Methods for Environmental Water Quality, publicado por United Nations Environment Programme, Global Environment Monitoring System (GEMS)/Water Programme, en colaboración con International Atomic Energy Agency (2004)

[2] M. Franko, Appl. Spectrosc. Rev. 43 (2008) , 358.

[3] M. Franko, Talanta 54 (2001) , 1.

[4] M. Franko y C. D. Tran , Thermal Lens Spectroscopy, Encyclopedia of Analytical Chemistry , R.A. Meyers (Ed.), Wiley-Interscience Publication (2010)

## 474. Dispersión electromagnética en esferas recubiertas con grafeno

Gingins M[1],Riso M[1],Depine R A[2]

[1] *Grupo de Electromagnetismo Aplicado, Departamento de Física, FCEyN, UBA*

[2] *Grupo de Electromagnetismo Aplicado, Departamento de Física, FCEN-UBA e IFIBA-Conicet*

Se estudian los campos electromagnéticos dispersados por esferas dieléctricas o metálicas recubiertas de una monocapa de grafeno iluminadas por una onda plana. Se usa una solución del tipo Lorenz-Mie-Debye que permite obtener los campos electromagnéticos en todo punto del espacio a partir de los campos incidentes, la geometría del sistema y las propiedades constitutivas de los medios circundantes y de la hoja de grafeno. Se considera primero el caso de esferas, con y sin recubrimiento, para comparar con otros autores [1] [2] y constatar la confiabilidad del método. Mostramos que la coincidencia es excelente, tanto para el caso de sustratos dieléctricos como metálicos. Se presentan diagramas de dispersión mostrándose el efecto que el grafeno tiene en la respuesta de una esfera iluminada en condiciones de excitación resonante de plasmones localizados en la monocapa de grafeno.

[1] T. Christensen, A.P. Jauho, M. Wubs, and N. A. Mortensen, Phys. Rev. B 91, 125414 - (2015)

[2] X. Fan, W. Zheng and D. J. Singh, Light Sci. Appl. 3, e179 - (2014)

## 475. Distribución Cuántica de Claves en aire con estados señuelo: una implementación más allá de la mesa óptica.

Magnoni A G[1],López Grande I H[2],Larotonda M A[2]
[1] *Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad de Buenos Aires*
[2] *Departamento de Investigaciones en Láseres y Aplicaciones (CITEDEF) - UNIDEF - CONICET*

En este trabajo se presenta un sistema completo de Distribución Cuántica de Claves criptográficas, utilizando un protocolo con estados señuelo. Los qubits se codifican en el estado de polarización de pulsos ópticos atenuados, producidos por LEDs infrarrojos. La propagación de los mismos entre las estaciones que buscan compartir una clave se realiza en aire, que es la implementación más prometedora para cubrir grandes distancias (vía satélites de baja órbita). Las terminales de emisión y recepción se encuentran en plataformas independientes y están separadas 8 metros, siendo este sistema el primero a nivel local en ser ensayado a distancias que exceden las de la mesa óptica.

Para compensar eventuales desalineaciones por gradientes térmicos en atmósfera y pequeñas variaciones mecánicas, el sistema cuenta con un método de corrección de la puntería, basado en un haz contrapropagante, un sensor CMOS de 1280x960 pixels y un espejo con actuadores remotos.

La inclusión de estados señuelo garantiza la seguridad del protocolo ante ataques del tipo *photon number splitting* (PNS), causados por la imposibilidad tecnológica actual de desarrollar fuentes de emisión de fotones únicos. Los estados señal y señuelo presentes en este trabajo se obtienen alimentando los LEDs con pulsos electrónicos de diferente intensidad.

El aparato en su conjunto funciona de forma autónoma, y en las condiciones descriptas es capaz de generar clave criptográfica cruda a una tasa de 185 bits/s, con un error del 6,15 $\%$. Si bien este valor garantiza la generación de clave segura mediante mecanismos de amplificación de la privacidad, por medio de otras operaciones de postprocesamiento de la clave como reconciliación y corrección de errores, se puede disminuir esta tasa de error por bit a valores menores que el 1 $\%$.

## 476. Efecto de las opacidades del cristalino en la imagen retiniana

Paz Filgueira C[1 2],Colombo E M[1 2]
[1] *Instituto de Investigación en Luz Ambiente y Vision, CONICET-UNT*
[2] *Departamento de Luminotecnia, Luz y Visión, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología - Universidad Nacional de Tucumán*

Introducción. El cristalino es una de las lentes del ojo que nos permite enfocar la luz proveniente de cada escena en la retina. Esta estructura ocular se caracteriza por ser transparente, pero bajo ciertas condiciones, se vuelve un medio con presencia de elementos difusores a los que se les llama opacidades.

Objetivo. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de distintas características de las opacidades en el cristalino sobre la imagen de una fuente puntual, mediante el desarrollo de un programa de simulación.

Métodos. Se utilizó el programa MATLAB para desarrollar el código. En dicho programa se modelaron los comportamientos de la pupila, el cristalino y la retina. El programa consistió en hacer ingresar una cierta cantidad de rayos de luz al ojo, los cuales en el plano del cristalino desviaban su dirección (en representación de la refracción) hacia la retina, donde se integraban las intensidades. Algunos de estos rayos además, experimentaban difusión en el cristalino, como

consecuencia del impacto con elementos difusores en su camino. Las variables que se tomaron en cuenta fueron: a) la distribución de los elementos difusores; b) la distancia del plano de los difusores desde su origen hasta la retina; c) la cantidad de elementos difusores presentes en el plano de difusión y d) el tamaño pupilar. Se tuvieron en cuenta tres tipos de distribuciones de los elementos difusores: una distribución uniforme (equiespaciadas en todo el espacio determinado por la pupila), una distribución central (difusores equiespaciados pero en un espacio central restringido), y una distribución periférica (difusores equiespaciados en el espacio periférico al central). Se consideraron tres distancias desde el cristalino hacia la retina: 16,61 [mm], 18,61 [mm] y 20,61 [mm] y tres condiciones de tamaños pupilares: 3 [mm], 4[mm] y 5[mm]. Para evaluar los resultados se utilizaron dos parámetros: (1) el área bajo la curva (AUC) de la Función de Transferencia de Modulación (MTF) y (2) una aproximación al índice de difusión objetivo (OSI) utilizado en un instrumento clínico que utiliza una técnica óptica llamada doble-paso. Para el primer parámetro, a partir de la Función de Punto Extendida (PSF) obtenida se calculó la MTF mediante transformada de Fourier al espacio de frecuencias. El segundo parámetro, por su parte, se calculó a partir de la PSF calculando la relación entre la energía entre 12 y 20 minutos de arco sobre la energía concentrada en 1 minuto de arco.

Resultados y Conclusiones. Se verificó que la cantidad de difusores determina el OSI y la MTF. El tipo de distribución, por su parte, no tuvo influencia en los resultados. Se encontró también que mientras mayor es el diámetro pupilar, el OSI disminuye mostrando que el efecto difusor es menor y el AUC aumenta. Por otro lado, mientras más cerca está el plano difusor de la retina menores son los resultados de OSI y mayores las áreas debajo de las curvas de la MTF, o sea que la difusión en la retina es menor. A pesar de la simplicidad del modelo, que no contempla una estructura fundamental en la formación de la imagen como es la córnea, constituye una primera aproximación hacia un modelo integral de un sistema óptico complejo como es el ojo humano.

## 477. Empleo de VCSEL para bombear medios activos sólidos

Ferrero H[1],Aguero M[2],Kovalsky M[2],Hnilo A[2]

[1] *Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad de Buenos Aires*

[2] *CEILAP (CITEDEF-CONICET) Villa Martelli, Buenos Aires, Argentina*

Los VCSEL ( Vertical Cavity Surface Emitting Lasers) son una clase de diodos láser semiconductor, donde la capa activa está encerrada entre espejos de Bragg, siendo la emisión láser perpendicular a la superficie del espejo de salida, contrariamente a lo que ocurre con los diodos convencionales o edge emitting, los que emiten desde la superficie formada al clivar cada chip. Estas características constitutivas hacen que los VCSELs tengan propiedades ópticas muy interesantes, como una baja divergencia, no presentan astigmatismo, su ancho espectral es menor a 1 nm, son 5 veces menos sensibles al cambio en longitud de onda con la temperatura que los edge emitting y soportan temperaturas de trabajo de hasta 80 grados. Si bien se conocen desde fines de la década del 80, sólo recientemente su potencia alcanzó valores que los hacen aptos para bombear medios activos sólidos. En este trabajo presentamos los resultados del empleo de un VCSEL de 15W de potencia de emisión continua en 808nm como bombeo de Nd:YAG en configuración longitudinal.

## 478. Empujando límites con la luz: generación y detección de fonones acústicos en resonadores semiconductores.

Sesin P E[1],Villafañe V[1],Anguiano S[1],Bruchhausen A E[1],Fainstein A[1]
[1] *Laboratorio de Fotónica y Optoelectrónica, Centro Atómico Bariloche e Instituto Balseiro, Bariloche, Río Negro, Argentina*

Se cree que Kepler fue el primero en observar que la radiación entre cuerpos podía llegar a interferir en el movimiento de éstos. Naturalmente apasionante, tanto en las escalas de la física observada por Kepler como en la nanoescala, el estudio de la interacción luz-movimiento ha despertado como interrogante concebir sistemas donde el movimiento sea controlado por luz, o la luz controlada mediante movimiento.

En particular, nanoestructuras de GaAs/AlAs, semiconductores de tipo III-V cuyas excitaciones fundamentales están en el infrarrojo cercano, pueden constituir microcavidades ópticas dando lugar a estados ópticos resonantes sintonizados con las energías de las excitaciones electrónicas. En ciertas condiciones de baja temperatura se originan estados electrónicos ligados (excitones) con menor energía que el gap semiconductor, fuera del continuo de excitaciones. Cuando éstos pueden ser excitados en resonancia mediante luz en una cavidad, la interacción luz-materia adquiere una nueva descripción cuántica a partir de estados mixtos fotón-excitón, denominados polaritones de cavidad. Estos nuevos estados permiten incrementar la vida media de los fotones en la cavidad optimizando los procesos de generación de vibraciones ultrasónicas, "empujando" a la cavidad.

Recientemente se ha demostrado que las mencionadas cavidades ópticas resonantes en el infrarrojo cercano resultan también ser óptimos resonadores acústicos en el rango de GHz-THz, introduciendo un fuerte acoplamiento luz-sonido. La facilidad de acoplar estos estados ópticos y vibracionales mediante polaritones de cavidad abre paso así a la concepción de fenómenos de acoplamiento optomecánico sin precedentes mediante experimentos con láseres continuos y pulsados en el tiempo.

## 479. Estudio del contraste en imágenes de fluorescencia en medios turbios con inhomogeneidades inmersas.

Waks Serra M V[1],Carbone N A[1],Iriarte D I[1],Pomarico J A[1]
[1] *Centro de Investigaciones en Física e Ingeniería del Centro de la Pcia. de Buenos Aires (CIFICEN), UNCPBA - CONICET, Tandil, Argentina*

Durante las últimas décadas se han desarrollado técnicas alternativas para la detección y caracterización de tumores, como complemento de las ya establecidas, como la mamografía por rayos X, o la resonancia magnética. Una de estas técnicas consiste en el estudio de imágenes de medios turbios (tales como los tejidos biológicos), obtenidas a partir de la dispersión de la luz de la región espectral entre 600 y 1300 nm, denominada "ventana óptica" . Cuando esta luz entra en el medio, sufre múltiples eventos de scattering y absorción; luego de atravesarlo, puede ser estudiada a partir del análisis de imágenes registradas mediante una cámara EMCCD. Así podemos obtener información sobre la estructura y composición interna del tejido estudiado. El estudio de la propagación de radiación en la zona del espectro del infrarrojo cercano (NIR) tiene ventajas ampliamente conocidas, ya que, al ser radiación no ionizante, se eliminan los efectos colaterales que pueden tener a largo plazo debido a la exposición de rayos X. Como mecanismo complementario para mejorar el contraste de las imágenes se encuentra el uso de moléculas fluorescentes, como la indocianina verde (ICG). Esta molécula es excitada y emite su señal de fluorescencia en esta zona del espectro NIR, por lo que permite un seguimiento tanto en

la absorción de luz infrarroja como en la fluorescencia. En este trabajo se estudian las imágenes de transmitancia difusa obtenidas observando la luz que emerge del medio en las longitudes de onda de excitación y fluorescencia, de una inhomogeneidad fluorescente inmersa en un medio turbio también fluorescente tipo slab. Se describe el procedimiento empleado para normalizar las imágenes, y así hacer visibles las inclusiones, así como también el contraste obtenido para diferentes concentraciones de ICG en el medio e inclusión, y para distintas posiciones de la última con respecto al eje óptico y a la profundidad.

## 480. Evaluación de la visibilidad en rutas a partir de mediciones de luz difusa

Santucho Cainzo A[1 2],Calderari L F[1 2],Corregidor Carrió D[1 2],Soria M[1 3],Jaén M[4 2]

[1] *Departamento de Luminotecnia, Luz y Visión, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán*

[2] *Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán*

[3] *Departamento de Ciencias de la Computación, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán, Tucumán, Argentina*

[4] *Instituto de Investigación en Luz Ambiente y Vision, CONICET-UNT*

La presencia de partículas en suspensión en la atmósfera provoca difusión de la luz en el ambiente y es causa de la pérdida de visibilidad. En nuestra provincia se produce, durante la época de zafra de caña de azúcar, la quema de una biomasa considerable (restos de caña o caña en pie) que, al producirse en meses de pocas lluvias, permanece en suspensión durante mucho tiempo provocando disminución de la visibilidad ambiental efectiva. Más aun, al depositarse sobre los parabrisas de automóviles, en las rutas o en la ciudad, es causa de deslumbramiento, produce molestias y fatiga extra al conductor. El objetivo de este trabajo es caracterizar la visibilidad en esas condiciones a partir de una medida más realista, que tenga en cuenta el efecto global de la difusión de la luz sobre el conductor. Trabajamos con la hipótesis de que la función de punto extendido (PSF por sus siglas en inglés) a través del depósito de polución ambiental en vidrios transparentes, puede permitir una evaluación precisa y representativa de la visibilidad de un conductor en la ruta. Para ello se preparan y analizan muestras de material depositado sobre portaobjetos limpios ubicados en dos posiciones previamente seleccionadas en San Miguel de Tucumán, durante la zafra 2015. Se recogen depósitos de 24 y de 48 hs de exposición. Para medir la PSF de las muestras se utiliza un dispositivo goniométrico, desarrollado previamente en nuestro laboratorio, con una fuente laser fija ( 635 nm, 1.3 mW) y una cámara CCD enfocada al infinito que gira 340° y registra, en el plano focal, la intensidad de luz difundida con una resolución de 2 min de ángulo. Se analizan los resultados obtenidos en muestras con 24 y 48 hs de exposición y las funciones obtenidas para vidrio limpio, filtro neutro y otros filtros ópticos (BPM) cuyas funciones de difusión son conocidas, obteniéndose resultados consistentes. Se comparan estos parámetros con los datos de visibilidad ambiental proporcionada por el SMN, sin encontrarse correlación significativa. Finalmente se comparan los resultados obtenidos con la luz difusa que se genera en el sistema visual humano, ya sea por la opacidad natural del cristalino con la edad o por el desarrollo de una catarata ocular. Para ello se determina la función S y el índice de difusión S10 (usado por van der Berg para caracterizar difusión intraocular) para las muestras de polución y se comparan con datos de la difusión intraocular en ojos de diferentes edades. Los resultados obtenidos permiten concluir que la metodología propuesta permite caracterizar el efecto perceptual en el sistema visual humano producido por atmósferas con polución.

## 481. Eventos extremos en un láser de estado totalmente sólido.

Bonazzola C[1 2],Kovalsky M[2],Hnilo A[2]
[1] *Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad de Buenos Aires*
[2] *Departamento de Investigaciones en Láseres y Aplicaciones (CITEDEF) - UNIDEF - CONICET*

En este trabajo estudiamos las características de los Eventos Extremos (que ocurren en la forma de pulsos de intensidad extraordinaria) observados en un láser de estado totalmente sólido (medio activo Nd:$YVO_4$) con absorbente saturable (Cr:YAG). Este tipo de láseres, que son compactos, robustos y baratos, son usados en una amplia variedad de aplicaciones. Entender cómo se forman en ellos los eventos extremos puede llevar a su control y, eventualmente, a mejoras en las aplicaciones de estos sistemas. En este trabajo mostramos que los eventos extremos aparecen en regímenes de operación láser que son caóticos de baja dimensionalidad, así como también algunas observaciones experimentales que apuntan a la interacción entre modos transversales como su causa. Siguiendo estas indicaciones, también presentamos un análisis de la evolución pulso a pulso del patrón transversal del spot, así como del espectro del láser en diferentes condiciones de operación. Finalmente, mostramos resultados preliminares de un modelo simple de ecuaciones de balance que tiene en cuenta la existencia y la interacción no lineal entre unos pocos modos transversales.

## 482. Excitaciones espurias en un fotoestimulador para cinco tipos de fotorreceptores en la retina de humanos.

Barrionuevo P[1],Paz Filgueira C[1],Cao D[2]
[1] *Instituto de Investigación en Luz Ambiente y Vision, CONICET-UNT*
[2] *Department of Ophthalmology and Visual Sciences, University of Illinois at Chicago, USA*

El ojo del ser humano contiene cinco tipos de fotorreceptores: los conos tipo S, M y L que permiten la visión de color, los bastones cuya sensibilidad permite la visión en situaciones de iluminación escasa, y las células melanopsínicas que están emparentadas con procesos no-visuales como el ciclo circadiano y el reflejo pupilar. Para estudiar su interacción y el grado y tipo de participación en las vías que proyectan a áreas cerebrales, es necesario generar estimulaciones que evoquen la respuesta de solo un tipo de fotorreceptor silenciando la respuesta del resto. Recientemente se ha desarrollado un fotoestimulador que cumple estos requerimientos de una manera no-invasiva para ser usado en humanos [1]. No obstante se ha observado que existen excitaciones espurias (Ee) en los otros fotorreceptores durante este proceso. En este trabajo se presenta un método de verificación del proceso de generación del estímulo según la cuantificación de dichas señales espurias.
Cinco LEDs en combinación con filtros dicroicos pasa-banda y filtros neutros de 20 % de transmitancia formaron los cinco primarios del fotoestimulador: azul (B), cian (C), verde (G), ámbar (A) y rojo (R); cuyas longitudes de onda pico fueron: 460 nm (B), 488 nm (C), 544 nm (G), 592 nm (A) y 632 nm (R). Un espectroradiómetro Photoresearch PR715 fue usado para caracterizar las luces primarias. Las luces de los primarios se transportaron por fibras ópticas para ser mezclada por un homogeneizador seguido de un difusor, formando así un campo uniforme. Una lente de campo acromática (Ø= 50 mm y f= 100 mm) junto con una pupila estenopeica (Ø= 2 mm) permitieron visión maxweliana. Las piezas de soporte fueron hechas a medida usando una impresora 3D. La intensidad de los LEDs fueron controlados mediante modulación por ancho de pulso provista por una placa Arduino y por un software desarrollado en C objetivo. La característica radiación vs corriente de los LEDs se midió con un luminancímetro LMT L1009 y mediante modelos

polinómicos se corrigieron los patrones alinéales. El error del modelo respecto de las mediciones fue menor a 3,7 % en todos los casos. La iluminancia retiniana medida en Troland (Td) se obtuvo mediante mediciones de iluminancia con el luxímetro LMT B360F y aplicando el procedimiento explicado por Wyszecki y Stiles para visión maxweliana [2]. Los valores máximos de los primarios fueron 3489 Td (B), 1291 Td (C), 2620 Td (G), 3729 Td (A) y 2084 Td (R).
Se generaron cinco tipos de estimulación: S, M, L, Rod, y Mel para estimular independientemente cada fotorreceptor, cuyo contraste de Michelson fue 15 % respecto de un fondo estable fotópico (luminancia= 529,2 cd/m$^2$, x=0,5707, y=0,3859). Una vez definidas las excitaciones necesarias en cada tipo de fotorreceptor se procedió a generar las intensidades en cada primario mediante el método de sustitución por silenciamiento (que se basa en una transformación lineal del espacio SMLRodMel al BCGAR) Luego se midieron las radiancias espectrales para cada estimulación, se convolucionaron estos valores con las sensibilidades de cada fotorreceptor y se procedió a calcular el contraste en cada fotorreceptor. Como resultado de este procedimiento se obtuvieron contrastes nominales y errores de excitación de: 14,6 % y Ee $\leq$ 0,28 % en conos S; 15,34 % y Ee $\leq$ 2,1 % en conos M; 15,11 % y Ee $\leq$ 0,9 % en conos L; 16,52 % y Ee $\leq$ 1,43 % en bastones; y 14,87 %, Ee $\leq$ 1,58 % en receptores melanopsínicos. Dichos valores de contraste de excitación espuria son insuficientes para producir variación pupilar o sensación visual comprobándose que no afectan la contribución mayoritaria de la estimulación principal.
Este procedimiento permitió verificar la adecuada aislación de cada tipo de fotorreceptor y asegurar su estimulación individual usando el fotoestimulador de cinco primarios desarrollado.

[1] D. Cao, N. Nicandro, and P. A. Barrionuevo, J. Vis. 15, 27 (2015).
[2] G. Wyszecki and W. S. Stiles, Color Science: Concepts and Methods, Quantitative Data and Formulae (Wiley, 2000).

## 483. Extracción de la información de speckle dinámico contenida en hologramas digitales para caracterización de procesos dinámicos

Budini N[1] [2],Balducci N[1],Mulone C[3],Monaldi A C[4]
[1] *Instituto de Física del Litoral (UNL-CONICET)*
[2] *Facultad de Ingeniería Química - Universidad Nacional del Litoral*
[3] *Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Paraná*
[4] *Grupo de Óptica Láser, Instituto de Investigaciones en Energía No Convencional (UNSa-CONICET)*

Los patrones de speckle aparecen sobre la superficie de un objeto al ser éste iluminado con luz coherente. Éstos consisten en un mapa de puntos luminosos de intensidad aleatoria que cubre al objeto y contienen información acerca de las características físicas de su superficie. Si la superficie iluminada presenta variaciones en función del tiempo se obtiene un patrón de speckle dinámico, cuyo grado de variación temporal se suele denominar actividad speckle (AS). En los últimos años han surgido numerosos métodos para cuantificar esta actividad [1] pero, debido a la compleja relación existente entre la AS y las características del objeto bajo análisis, aún no se comprende claramente ni se puede explicar de manera consistente el vínculo entre la dinámica observada y los procesos físicos subyacentes. En este contexto resulta interesante combinar las técnicas de caracterización por speckle dinámico con otras que permitan obtener más información acerca del objeto de estudio, para así tener más herramientas para dilucidar cuáles son los mecanismos que dan lugar a una determinada evolución de la AS. En particular, la interferometría holográfica digital (IHD) permite cuantificar deformaciones o variaciones de la superficie analizada con precisión del orden de fracciones de la longitud de onda utilizada y puede implementarse en simultáneo

con los métodos de speckle dinámico. En un trabajo reciente [2] implementamos ambas técnicas, speckle dinámico e IHD, en simultáneo para caracterizar el proceso de secado de una pintura sintética y mostramos cómo los resultados obtenidos estaban correlacionados y cómo permitían estimar el tiempo de secado, por un lado, y determinar las características morfológicas de la pintura, por otro. En este trabajo mostramos que la información de speckle dinámico puede extraerse directamente de los hologramas digitales y que ésta también se correlaciona con la información de speckle dinámico obtenida a partir de imágenes de speckle adquiridas separadamente. El hecho de disponer tanto de la información de speckle dinámico como de la información interferométrica de las variaciones sufridas por el objeto en una secuencia de imágenes holográficas abre nuevas posibilidades para la caracterización óptica de procesos dinámicos.

[1] E. Stoykova, D. Nazarova, N. Berberova, A. Gotchev, *Performance of intensity-based non-normalized pointwise algorithms in dynamic speckle analysis*, Opt. Express **23** (2015) 25128–25142.

[2] N. Budini, C. Mulone, N. Balducci, F. M. Vincitorio, A. J. López, A. Ramil, *Characterization of drying paint coatings by dynamic speckle and holographic interferometry measurements*, Appl. Opt. **55** (2016) 4706–4712.

## 484. Formación de imágenes de absorción y fluorescencia en medios turbios usando geometría de reflectancia difusa

Carbone N A[1],Pomarico J A[1],Iriarte D I[1]

[1] *Centro de Investigaciones en Física e Ingeniería del Centro de la Pcia. de Buenos Aires (CIFICEN), UNCPBA - CONICET, Tandil, Argentina*

El presente trabajo apunta al estudio del uso de luz NIR (radiación de infrarrojo cercano, por sus siglas en ingles) para la detección de neoplasias embebidas en tejido biológico de baja densidad. En geometría de reflectancia, se ilumina el tejido con una fuente puntual y se forma imagen de una porción grande de la superficie libre de la cara de entrada con una cámara CCD de alta sensibilidad.

Para compensar el decaimiento exponencial de la intensidad de la luz a medida que nos alejamos de la fuente, se desarrolló un procedimiento de normalización novedoso. El mismo consiste en tomar múltiples fotografías del medio moviendo la cámara y la fuente, manteniendo la posición relativa entre ellas. Luego, estas imágenes son combinadas para lograr un "fondo" en el cual la presencia de la inclusión se difumina. Como una forma de aumentar el contraste entre la inhomogeneidad y el medio, también se estudió el uso de fluoróforos. En particular, la indocianina verde (ICG, en ingles) fue elegida debido a que varios estudios independientes han mostrado que su farmacocinética difiere entre tejido sano y lesiones malignas.

Dada la baja relación señal-ruido que esta técnica habitualmente produce, los procedimientos de análisis de imágenes y reducción de ruido tienen un papel muy importante. Debido a esto, se caracterizaron y modelaron las fuentes de ruido y se estudiaron diferentes técnicas para reducirlos.

Sumado a esto, se desarrollo un potente y versátil algoritmo de montecarlo que simula el transporte de luz en medios turbios con fluoróforos e inhomogeneidades. Este software, que hace uso de computación paralela en GPUs, fue caracterizado y validado, resultando un aporte muy importante para el entendimiento y caracterización de la técnica presentada.

Finalmente, se realizaron experimentos de laboratorio usando fantomas artificiales que representan situaciones realistas y los resultados fueron comparados con las simulaciones de montecarlo

y con modelos teóricos.

## 485. Fuente de pares de fotones correlacionados no degenerados en longitud de onda

Knoll L T[1],Lopez Grande I H[1],Larotonda M A[1]

[1] *Departamento de Investigaciones en Láseres y Aplicaciones (CITEDEF) - UNIDEF - CONICET*

Se presentan avances en el desarrollo de una fuente de pares correlacionados de alto brillo, no degenerados en longitud de onda. Utilizando un láser de bombeo monomodo longitudinal, de aproximadamente $1MHz$ de ancho de banda en $532nm$, se generan pares de fotones no degenerados en $810nm$ y $1550nm$ en un cristal no lineal *periodically poled* (PPKTP) con guía de onda. El láser de bombeo asegura una buena correlación de pares, al definir unívocamente la frecuencia de los pares emitidos. Por otro lado el tipo de cristal asegura una alta eficiencia de conversión. Se muestra una caracterización de la correlación temporal y del ancho espectral de los fotones generados. Se diseñó un esquema donde las detecciones de $810nm$ se utilizan para disparar el detector de $1550nm$ de manera sincronizada. De esta manera, en el detector de $1550nm$ se obtienen cuentas en coincidencias con la llegada de un fotón de $810nm$. Actualmente, el arreglo diseñado tiene una eficiencia de detección en coincidencias del $1\,\%$.

## 486. Generación de redes de difracción utilizando PAZO y etilenglicol como solvente

Larocca M[1],Mercuri L[1],Capeluto M G[2],Ledesma S[2],Goyanes S N[3]

[1] *Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad de Buenos Aires*

[2] *Laboratorio de Procesado de Imágenes - Departamento de Física - Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad de Buenos Aires*

[3] *Laboratorio de Polímeros y Materiales Compuestos - Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires*

Los dispositivos de almacenamiento holográfico prometen ser una excelente opción para el desarrollo de la próxima generación de memorias ultra rápidas y de alta densidad. Los materiales a utilizar deben ser transparentes, producir poca dispersión y tener estabilidad temporal. Hoy en día, existe una amplísima variedad de materiales que están siendo investigados, entre ellos los polímeros con moléculas derivadas del azobenceno.

Los materiales poliméricos conteniendo azobencenos o derivados de azobencenos (azo-polímeros) son prometedores para este tipo de aplicaciones porque en ellos se puede inducir birrefringencia y, en algunos casos, generar transporte de masa. La birrefringencia se produce al iluminar estos materiales con luz polarizada en la banda de absorción de los cromóforos; luego de una serie de isomerizaciones, las moléculas tienden a alinearse perpendiculares al campo. El efecto de transporte de masa está asociado a movimientos de masa a lo largo de distancias mucho mayores que las longitudes de las cadenas poliméricas. Así, es posible no sólo modificar con luz la birrefringencia del material sino inducir relieves en la superficie de la muestra, que van de alguna manera copiando la distribución luminosa.

En este trabajo se generaron redes de difracción, imprimiendo la figura de interferencia generada por un interferómetro de LLoyd. Desde el punto de vista de la descomposición de Fourier, estas serían las estructuras más elementales a ser sintetizadas holográficamente. Las muestras fueron generadas utilizando la técnica de spin-coating en un material obtenido a partir de un polímero comercial Poly[1-[4-(3-carboxy-4-hydroxyphenylazo)benzenesulfonamido]-1,2-ethanediyl, sodium

salt] (PAZO) y distintas proporciones de etilenglicol. Se midieron a tiempo real la birrefringencia y eficiencia de difracción en las muestras. Estudios en la birrefringencia indican que la cantidad de etilenglicol modifica tanto la máxima birrefringencia como la remanente. Es de notar la importancia de optimizar tanto el valor absoluto de la birrefringencia como su estabilidad temporal. Se midieron eficiencias de difracción del orden de 150 % que se mantienen en el tiempo. Estos resultados son promisorios no solo para sus potenciales aplicaciones en memorias ópticas sino también en fotolitografía.

## 487. Generación y detección de luz con momento angular orbital

Vergara M[1],Iemmi C[1]
[1] *Laboratorio de Procesado de Imágenes - Departamento de Física - Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad de Buenos Aires*

En este trabajo se crearon haces con momento angular orbital (OAM). Para ello es necesario introducir perfiles de fase helicoidales, lo que se llevó a cabo en nuestro caso, mediante el uso de una pantalla de cristal líquido empleada como modulador puro de fase.

En una primera instancia se caracterizó la modulación de fase media e instantánea de la pantalla mediante métodos interferométricos y difractivos respectivamente. Se la calibró para que brinde una respuesta lineal con el voltaje aplicado (nivel de gris) y en un rango de $2\pi$ radianes.

Con un dispositivo experimental basado en un interferómetro de Michelson se aplicó la técnica de interferometría por corrimiento de fase para medir los perfiles de fase de los haces generados con el modulador y confirmar la bondad de la calibración. Alternativamente, para medir la carga topológica de los haces generados se utilizó un método sencillo de difracción por una abertura triangular.

Se generaron haces con distinto valor de momento angular y se midieron sus distribuciones de fase e intensidad en campo lejano, observando gran coincidencia con los perfiles numéricos simulados.

## 488. Generación y detección de plasmones superficiales en películas delgadas de Au.

Flores Marozzi D[1],Cocco M[1],Guerra L[1],Fainstein A[1]
[1] *Instituto Balseiro - Universidad Nacional de Cuyo*

Los plasmones superficiales (PS) y localizados (PL) son oscilaciones colectivas de los electrones presentes en sustratos de film metálicos y nanoestructurados, con los cuales podemos acoplar la luz de un haz incidente. Entre las aplicaciones de este tipo de acoplamiento está la detección y monitoreo de moléculas en bajas concentraciones. En ese sentido, en el siguiente trabajo nosotros presentamos resultados del estudio del acoplamiento de la luz con PS y PL. Para ello usamos un equipo de SPR (Resonancias de Plasmones Superficiales) para el acoplamiento con PS en sustratos de film de Au de 50nm y sustratos de nano rod crecidos por litografía electrónica sobre estos sustratos. En este tipo de superficies se observa que el ángulo óptimo para el acoplamiento de los PS con la luz depende del medio. Así mismo usamos un elipsómetro para estudiar el acoplamiento con PL en sustratos de nanocavidades esféricas crecidos por electrodeposición. Presentamos medidas de reflectividad para identificar las resonancias en estos sustratos en función de la longitud de onda, diámetro de cavidad y ángulo de incidencia.

## 489. Grabado óptico de estructura tridimensionales en azo-polímeros

Díaz M I[1],Di Tullio M[1],Capeluto M G[2],Ledesma S[2]

[1] *Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad de Buenos Aires*

[2] *Laboratorio de Procesado de Imágenes - Departamento de Física - Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad de Buenos Aires*

La posibilidad de modificar el relieve de un material solo con la iluminación incidente sobre él tiene entre sus aplicaciones más interesantes la litografía, el desarrollo de conectores en comunicaciones ópticas, la generación de materiales ópticos para grabado y almacenado de información y el desarrollo de sensores ópticos. Entre los materiales promisorios para llevar a cabo estas aplicaciones se encuentran los azopolímeros, es decir materiales que están compuestos por un polímero y un colorante que contiene grupos azobenzeno. La respuesta ante la iluminación de estos materiales es la inducción de birrefringencia y en algunos casos, dependiendo de los materiales intervinientes y del proceso de producción del material, se puede lograr transporte de masa. Esto ocurre sobre distancias mucho más largas que el tamaño de estas moléculas y que la longitud de la cadena molecular del polímero, dando así lugar a la formación de estructuras en relieve en la superficie del material. La birrefringencia inducida al iluminar el material se produce porque las moléculas se disponen siempre de forma perpendicular a la polarización incidente. De esta manera se genera una diferencia de birrefringencia de acuerdo a la polarización de la luz incidente. Si bien se conoce que el transporte de masa está asociado a los gradientes de polarización e intensidad de la luz incidente, este es un fenómeno que aún no está completamente explicado. En general, los dos fenómenos pueden ocurrir en forma simultánea. En este trabajo se estudia el proceso de grabado de estructuras con relieve, en un material que contiene el azopolímero comercial PAZO (Poly[1-[4-(3-carboxy-4-hydroxyphenylazo)benzenesulfonamido]-1,2-ethanediyl, sodium salt]). En trabajos previos se han reportado modulaciones del orden de 400 nm fotoinducidas en este material, empleando figuras de interferencia para iluminar. Este método está limitado a grabar estructuras periódicas formadas por líneas, lo que motiva emplear otras técnicas para obtener otras estructuras de geometrías arbitrarias, ya sea periódicas o no. La primera técnica que se utilizó consistió en un grabado por contacto a través de una máscara estática. La máscara consistió en una grilla de agujeros transparentes de 50$\mu$m de diámetro, con una distancia de 150 $\mu$ m entre centros, dispuestos en un arreglo hexagonal periódico. Se estudió la dependencia de la formación del relieve con el tiempo de exposición tanto para fuentes de luz coherente (láser) como incoherentes (LED). Los métodos basados en máscaras estáticas son simples de implementar pero más limitados porque dependen de la utilización de máscaras previamente diseñadas. Las muestras grabadas fueron observadas en microscopio. Se observaron efectivamente fenómenos de transporte de masa y se pudo ver cómo, a mayor tiempo de exposición, mayor resultaba la deformación del material. Se presenta la propuesta de un segunda técnica que utiliza máscaras dinámicas implementadas en un modulador espacial de luz. Este método si bien es más versátil que el anterior, presenta pérdida de eficiencia de difracción debido al pixelado del modulador. Esta última técnica podrá ser adaptada en un futuro para controlar la polarización en la figura de grabado, lo que permitiría generar una modulación de altura en forma controlada.

## 490. Interferómetro estabilizado en fibra para QKD con estados codificados en fase

Lopez Grande I[1],Larotonda M[1]
[1] *Departamento de Investigaciones en Láseres y Aplicaciones (CITEDEF) - UNIDEF - CONICET*

Se presenta un módulo basado en un interferómetro desbalanceado con espejos de Faraday controlado en temperatura y un laser DFB de 1550nm con longitud de onda sintonizable y modulado externamente. Se caracteriza su estabilidad y visibilidad con vistas a ser utilizado en protocolos de Distribución Cuántica de Claves Criptográficas (QKD) en fibra óptica basados en estados codificados en fase. Tanto el control de temperatura como el de longitud de onda del laser se encuentran desarrollados sobre placas Arduino Mega. Presentamos también el esquema experimental de un protocolo de QKD en fibra óptica que utiliza este inferferómetro para garantizar su seguridad.

## 491. Metrología de Vórtices de patrones de speckle dinámico para la caracterización de objetos biológicos

Romero G G[1 2],Dominguez D O[3 2],Monaldi A C[1 2],Blanc A V[2],Musso G M[3 2],Zamar A C[3 2],Rabal H J[4]
[1] *Facultad de Ciencias Exactas - Universidad Nacional de Salta*
[2] *Grupo de Óptica Láser, Instituto de Investigaciones en Energía No Convencional (UNSa-CONICET)*
[3] *Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Salta*
[4] *Centro de Investigaciones Ópticas (CONICET-La Plata-CIC) y UID Óptimo, Departamento de Ciencias Básicas, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata, Argentina, P.O Box 3, Gonnet, La Plata 1897.*

La denominada Metrología Óptica de Vórtices, es una técnica que hace uso de las singularidades de fase de una representación de señal analítica de patrones de speckle dinámicos para estudiar fenómenos que varían espacial y temporalmente. En particular, los patrones de speckle producidos por objetos biológicos, bio-speckle, son dinámicos y sus propiedades estadísticas permiten obtener información sobre los fenómenos que ocurren en el interior de los mismos. Con la misma idea, los vórtices de polarización del speckle, correspondiente a imágenes de muestras biológicas, permiten detectar cambios o variaciones producidas ya sea por enfermedades, procesos de secado, maduración, tasa de crecimiento, entre otros. En este trabajo se presentan los resultados preliminares obtenidos utilizando metrología de vórtices para el estudio de tejidos biológicos con posibles aplicaciones en dermatología y como herramienta para el monitoreo del crecimiento de algas en bioensayos para acuacultura.

## 492. Microscopía 3D por Barrido Orbital y Modulación Radial: Fundamentos y Aplicaciones

Zaza C[1],Gabriel M[1 2],Estrada L[1 2]
[1] *Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad de Buenos Aires*
[2] *Instituto de Física de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales CONICET- Universidad de Buenos Aires*

La reconstrucción tridimensional de estructuras en la micro y nanoescala ha sido un tema de intensa investigación en los últimos años. Stimulated Emission Depletion (STED), Photo-activated localization microscopy (PALM), y STochastic Optical Reconstruction Microscopy (STORM) son

algunas de las técnicas hoy en día más comúnmente utilizadas. Mientras que STED está basada en la reducción del tamaño del haz de iluminación a partir de la desexcitación selectiva por emisión estimulada, PALM y STORM se basan en el principio de que un emisor individual se puede localizar con una precisión que depende del número de fotones colectados. Ambos enfoques han sido exitosamente utilizados en numerosos ejemplos logrando producir imágenes de gran calidad con una resolución espacial de algunas pocas decenas de nm y dependiendo del tamaño de la imagen algunas decenas de segundos de resolución temporal. Sin embargo, dado la relativamente baja resolución temporal, para la aplicación de estos métodos es esencial que la muestra de interés esté inmovilizada durante la adquisición de la imagen.

En este trabajo presentamos un método alternativo basado en el barrido orbital de un haz de excitación alrededor de la estructura de interés. Esta tecnología es capaz de producir imágenes tridimensionales de estructuras fluorescentes con resolución nanométrica y en pocas decenas de milisegundos. El método se basa en el hecho de que cuando el haz de excitación se acerca a un objeto fluorescente, la intensidad de luz emitida depende de la distancia del haz de excitación a la superficie del objeto. Modulando la distancia entre el haz de excitación y el objeto, y teniendo en cuenta la no-linealidad del perfil del haz de excitación, es posible obtener para la señal de fluorescencia colectada, una respuesta oscilatoria cuya amplitud depende únicamente de la distancia a la superficie del objeto [1]. Además, dado que el haz de excitación está en todo momento en las inmediaciones de la estructura de interés, es posible medir especímenes que estén en movimiento.

En este trabajo presentaremos simulaciones numéricas que demuestran el funcionamiento del método así como experimentos control en muestras tridimensionales fluorescentes fabricadas por litografía óptica. Mostraremos un ejemplo en una planta modelo (*Arabipdosis Thaliana*) para la reconstrucción tridimensional de raíces de 50 $mu$m de longitud y 5 $\mu$m de diámetro en condiciones fisiológicas. Finalmente, mostraremos que se puede reemplazar el sistema de enfoque tradicional, basado en el movimiento mecánico del objetivo, por un sistema simple con una lente eléctricamente sintonizable, aumentando así en 1 orden de magnitud la velocidad y en 2 órdenes de magnitud el rango de barrido.

[1] L. Lanzano, MA. Digman, P. Fwu, H. Giral, M. Levi, E. Gratton, Journal of Biophotonics 4(6), 415-424 (2011)

## 493. Modelado de los procesos de absorción, emisión y re-absorción de luz en soluciones fluorescentes con elevada absorbancia

Krimer N[1],Rodrigues D[1 2],Rodriguez H[2 3],Mirenda M[1 2 3]

[1] *Gerencia Química, CAC - CNEA*

[2] *Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas*

[3] *Departamento de Química Inorgánica, Analítica y Química Física. FCEyN - UBA*

El tratamiento matemático exacto de los procesos de absorción, emisión y re-absorción, que tienen lugar cuando un haz de luz colimado y monocromático incide sobre una solución fluorescente con elevada absorbancia, depende fuertemente de la geometría del sistema y suele requerir de cálculos sofisticados. En este trabajo presentamos un modelo simplificado que permite reconstruir los espectros de fluorescencia experimentales. Esencialmente, se propone tratar al conjunto de fluoróforos excitados como si todos ellos se encontraran en un mismo plano perpendicular al haz, y ubicados en la mediana de su distribución poblacional. Utilizando la ley de Beer-Lambert es posible calcular la atenuación sufrida por la re-absorción considerando que todos los fotones se emiten desde dicho plano. El modelo fue aplicado para reproducir los espectros de fluorescencia y

las eficiencias cuánticas de soluciones de 9,10-difenilantraceno en tolueno en un amplio intervalo de concentraciones. Para la determinación experimental de los espectros de emisión fue necesario adaptar la técnica de medición convencional -donde la dirección del haz de excitación y la dirección de detección forman un ángulo de 90°- a una geometría de trasmisión donde el ángulo entre la excitación y la detección es de 180°. Los resultados muestran que los espectros de fluorescencia calculados con este modelo reproducen con gran precisión los espectros experimentales, incluso para concentraciones 13 mM donde los valores de absorbancia son $\sim 14$ para la longitud de onda de excitación.

## 494. Modelo numérico en MATLAB para el estudio de la excitación transversal de una cavidad de bombeo láser

Krygier D[1],Kovalsky M[1],Fidalgo L[1],Touron A[1],Hnilo A[1]
[1] *CEILAP (CITEDEF-CONICET) Villa Martelli, Buenos Aires, Argentina*

La combinación de un componente semiconductor láser empleado como fuente de excitación, junto con una matriz sólida dopada con Nd3+ funcionando como medio activo, constituye una parte esencial ampliamente difundida en la construcción de cavidades de bombeo en láseres sólidos. Presentamos aquí una aproximación teórica simple que permite modelizar este tipo de cavidad en dos dimensiones presentando una geometría tipo lámina para el medio activo, que reproduce correctamente algunas características observadas más tarde en forma experimental. Los resultados del modelo consisten esencialmente en la descripción de la distribución espacial de la potencia óptica inducida en el medio activo y constituyen una herramienta útil para la determinación de las dimensiones óptimas del medio activo.

## 495. Módulo de Conteo de fotones con quenching activo y acople a fibra óptica

Bordakevich S A[1],Kielbowicz A A[1],López Grande I H[2],Larotonda M A[2 1]
[1] *Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad de Buenos Aires*
[2] *Departamento de Investigaciones en Láseres y Aplicaciones (CITEDEF) - UNIDEF - CONICET*

Se presenta un módulo de conteo de fotones basado en un fotodiodo de avalancha. El circuito de quenching activo del mismo está construido a partir de componentes electrónicos discretos de alta velocidad, y por sus características se adapta a casi cualquier fotodiodo de avalancha, independientemente de su tensión de ruptura. Los resultados presentados se obtuvieron utilizando un fotodiodo Excelitas C30902SH-DTC, el cual dispone de un sistema de enfriamiento basado en celdas termoeléctricas y un máximo de eficiencia de detección centrad en los 800 nm. Los eventos detectados se registran como pulsos TTL de 25 ns de duración, y la dinámica del circuito genera un tiempo muerto entre detecciones de 70 ns. El módulo dispone de un acople a fibra óptica monomodo o multimodo con conectorizado estándar FC, tiene una tasa máxima de detecciones del orden de 500k c/s, una tasa de cuentas de oscuridad de alrededor de 1500 c/s, y tiene una probabilidad de afterpulsing del orden del 6 %. Asimismo, a iguales condiciones de iluminación y acople de luz, presenta una eficiencia de detección comparable a la de un módulo comercial.

## 496. Nanopartículas de Na en haluros alcalinos. Modelado utilizando la aproximación de dipolos discretos

Mendoza L J[1],Carrera A[1],Tocho J[1 2],Schinca D[1 3],Scaffardi L[1 3]
[1] *Centro de Investigaciones Opticas (CIOp), La Plata, Argentina*
[2] *Facultad de Ciencias Exactas - Universidad Nacional de La Plata*
[3] *Departamento de Ciencias Básicas, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata*

Existen varios métodos para la fabricación de nanopartículas de diversos materiales [1], que pueden conducir a diferentes formas y tamaños de las mismas [2]. Si bien para modelar la respuesta óptica de nanopartículas esféricas existen soluciones exactas (Teoria de Mie [3]), para el caso de otras formas geométricas las soluciones analíticas pueden ser muy difíciles de obtener. En estos casos se utilizan técnicas numéricas, siendo la aproximación de dipolos discretos (DDA) [4] una de las más utilizadas.

En esta presentación se realiza una breve introducción a la técnica DDA, se muestran espectros de extinción para nanopartículas de sodio de diferentes geometrías y se los compara con los espectros de nanopartículas esféricas obtenidas con teoría de Mie. Finalmente se aplica el método a muestras de nanopartículas pequeñas de Na obtenidas por precipitación en haluros alcalinos.

[1] K. B. Narayanan, N. Sakthivel. Biological synthesis of metal nanoparticles by microbes.156(2), (2010), pp. 1-13. Advances in Colloid and Interface Science.

[2] C. J. Murphy. Nanocubes and Nanoboxes. 298, 2139 (2002). Science.

[3] T. Wriedt. Mie Theory: A Review Thomas pp. 53-71. Chapter 2. Predicting the Appearance of Materials Using Lorenz Mie Theory.

[4] B. T. Draine, P. J. Flatau. Discrete-Dipole Approximation For Scattering Calculations. 11, 4/(1994). Opt. Soc. Am. A.

## 497. Obtención y procesado de series temporales experimentales

Nonaka M[1],Aguero M[1],Kovalsky M[1],Hnilo A[1]
[1] *CEILAP (CITEDEF-CONICET) Villa Martelli, Buenos Aires, Argentina*

La extracción de información relevante de un sistema físico se realiza mediante la medición de alguna de sus variables. Una forma convencional para adquirir esta información es registrar alguna de las variables de salida con un fotodiodo y observarla en un osciloscopio. En ciertos casos la variable observada puede no ser contínua, ni periódica, por lo cual, para realizar un análisis adecuado es preciso adquirir una sucesión cronológica de estas mediciones, es decir una serie temporal, para poder, a posteriori, analizarlas. Una manera de obtener series temporales es mediante el empleo de un osciloscopio para PC. Este instrumento de medición está formado por un osciloscopio de hardware y un programa de osciloscopio que se ejecuta en una PC. En este trabajo se presentan los resultados provenientes de la adquisición de series temporales en dos sistemas físicos complejos. Por un lado los pulsos de Q - switch de un láser sólido con absorbente saturable y por otro la detección de pares de fotones entrelazados generados por fluorescencia paramétrica en cristales nolineales BBO tipo I bombeado por un láser pulsado.

## 498. Optimización del Método de Propagación del Espectro Angular para reconstrucción de hologramas basado en GPUs

Flores F G[1],Monaldi A C[2 1],Romero G G[2 1]
[1] *Facultad de Ciencias Exactas - Universidad Nacional de Salta*
[2] *Grupo de Óptica Láser, Instituto de Investigaciones en Energía No Convencional (UNSa-CONICET)*

En holografía digital, un patrón de interferencia es generado ópticamente mediante la superposición de un haz objeto y otro de referencia, los cuales son muestreados por el sensor de una cámara digital. La información registrada es transferida a la computadora como un vector de números reales que se denomina holograma digital. Éste contiene la información completa del frente de onda emanado por el objeto, la cual puede ser recuperada a partir de algoritmos de reconstrucción, tales como la Propagación del Espectro Angular (PEA). En cualquier caso, el post-procesamiento del holograma demanda la manipulación de gran cantidad de datos, y operaciones matriciales que requieren de un costo computacional elevado. Las Unidades de Procesamiento Gráfico (GPUs) surgen como una alternativa ideal para mejorar los tiempos de ejecución, ya que las mismas cuentan con una cantidad masiva de procesadores paralelos. En este trabajo se exhiben y se evalúan los resultados de rendimiento en la reconstrucción mediante PEA de hologramas digitales, a partir de la implementación de algoritmos paralelos ejecutados sobre GPUs.

## 499. Polarización de la radiación dispersada en esferas recubiertas con grafeno

Gingins M[1],Riso M[1],Depine R A[2]
[1] *Grupo de Electromagnetismo Aplicado, Departamento de Física, FCEyN, UBA*
[2] *Instituto de Física de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales CONICET- Universidad de Buenos Aires*

Se estudia la polarización de los campos electromagnéticos dispersados por esferas dieléctricas o metálicas recubiertas de una monocapa de grafeno e iluminadas por una onda plana linealmente polarizada. Si bien la polarización de la onda dispersada está completamente definida en todas las direcciones, cambia del estado lineal al estado elíptico según el ángulo de observación. En este trabajo se emplea un método del tipo Lorenz-Mie-Debye para tratar las ecuaciones de Maxwell y las condiciones de contorno en la hoja de grafeno obteniéndose así los campos electromagnéticos en todo punto del espacio a partir de los campos incidentes, el radio de la esfera y las propiedades constitutivas de la hoja de grafeno y de los medios circundantes. Se presta especial atención a la distribución espacial de la polarización en condiciones de excitación resonante de plasmones localizados en la monocapa de grafeno.

## 500. Propiedades Ópticas de Cristales Fotónicos 1D con Láminas de Grafeno

Herrera Mateos J[1],Depine R A[1]
[1] *Grupo de Electromagnetismo Aplicado, Departamento de Física, FCEN-UBA e IFIBA-Conicet*

Los cristales fotónicos han ganado atención debido a que presentan un conjunto de frecuencias prohibidas conocidas como bandas prohibidas fotónicas, las cuales dependen de la polarización y ángulo de incidencia de la onda electromagnética incidente [1]. Debido a esta propiedad son

atractivos en diversas aplicaciones, como en localización de fotones, reflectores ópticos, y guías de ónda. Recientemente se han investigado las propiedades ópticas de cristales fotónicos con diversos tipos de materiales, entre los que se incluyen metales, semiconductores y metamateriales y muy recientemente grafeno [2]. Comparado con los metales, el grafeno es un material con bajas pérdidas disipativas en frecuencias en el rango de los terahercios y del infrarrojo cercano. Sus propiedades constitutivas electromagnéticas pueden describirse mediante una conductividad superficial, que depende del potencial químico y que puede controlarse con un voltaje de compuerta [3]. Este control externo, sumado a la alta movilidad de sus portadores y su durabilidad, hacen del grafeno un material muy atractivo para el diseño de cristales fotónicos. En este trabajo nos valemos del método de la matriz de transferencia [4] para estudiar las propiedades ópticas de un cristal fotónico 1D constituido por bicapas dieléctricas limitadas por dos láminas de grafeno con distintas conductividades. Se analiza la reflexión, transmisión y absorción de este sistema, tanto en el caso de un número finito de celdas como en el caso ideal de infinitas celdas (perfectamente periódico). Se presta especial atención a las diferencias entre estructuras con y sin grafeno y se analiza la influencia de los potenciales químicos de cada lámina en la estructura de bandas fotónicas. Por último, se estudia la distribución espacial de los campos en el interior del cristal fotónico para algunas frecuencias críticas y se discute la existencia de plasmones superficiales en sistemas semi-infinitos.

Referencias:

[1] Yariv, A.; Yeh, P. Optical Waves in Crystals. John Wiley & Sons, Inc. USA, 1984.

[2] Madani, A; Entezar S. Optical properties of one-dimensional photonic crystals containing graphene sheets. Physica B: Condensed Matter 431, 1-5, 2013.

[3] Falkovsky, L. Optical properties of graphene. Journal of Physics: Conference Series 129, 2008.

[4] Zhan, T. et al. Transfer matrix method for optics in graphene layers. Journal of Physics Condensed Matter 25(21), 2013

## 501. Reconstrucción de diagramas de bifurcación experimentales en láseres sólidos

Toscani M[1],López A[1],Aguero M[2],Kovalsky M[2],Hnilo A[2]

[1] *Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad de Buenos Aires*

[2] *CEILAP (CITEDEF-CONICET) Villa Martelli, Buenos Aires, Argentina*

Una de las herramientas que describen el comportamiento dinámico de un sistema nolineal es el diagrama de bifurcación, es decir los posibles valores visitados por una de las variables del sistema (puntos fijos, órbitas periódicas, atractores caóticos) en función de un parámetro de control. Por lo general, estos diagramas se construyen a partir de simulaciones numéricas empleando las ecuaciones características del sistema o de un modelo teórico. En este trabajo, por el contrario, se presentan los resultados de la reconstrucción de estos diagramas en forma experimental, sobre un láser de Nd:Vanadato bombeado por diodos con caos determinístico de baja dimensión. Se estudiaron dos casos. En uno de ellos se empleó un cristal de Cr:YAG como absorbente saturable, siendo el parámetro de control la saturación del absorbente, determinada por la posición del cristal en la cavidad. En el otro caso se introdujo un modulador electro óptico para variar las pérdidas dentro de la cavidad, aquí el parámetro de control fue la tensión aplicada al modulador.

## 502. Sensor de frente de onda de Hartmann-Shack para la medida de aberraciones oculares: Desarrollo y Calibración

Sánchez R F[1],de Paul Camacho A G[1],Issolio L A[2 1]

[1] *Instituto de Investigación en Luz Ambiente y Vision, CONICET-UNT*

[2] *Departamento de Luminotecnia, Luz y Visión, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología - Universidad Nacional de Tucumán*

En este trabajo se diseñó y montó un aberrómetro de tipo Hartmann-Shack, el cual permite medir las aberraciones monocromáticas del ojo humano de manera precisa, mediante un método que es rápido y seguro para el ojo del sujeto [1]. Desde sus primeras aplicaciones en la medida de la aberración del frente de onda, este tipo de sensor mostró tener una gran potencialidad para convertirse en el más utilizado no sólo en los grupos de investigación en óptica fisiológica, sino también en el ámbito de la clínica oftalmológica [2].

El montaje experimental consta de una fuente puntual, compuesta por un diodo laser de 780 nm (MC7850CPWR-SMF, Monocrom) acoplado por fibra óptica monomodo a un capuchón colimador y convenientemente filtrado para evitar daños o molestias al sujeto. El haz colimado se proyecta sobre la retina, de tal modo que una parte de la luz se refleja en el fondo del ojo y sale a través de la pupila atravesando los medios oculares. Por medio de un sistema Badal y un telescopio, se proyecta sobre la cámara de registro (CMOS Mono, 768x576, 8 bits, UI-1120SE-M-GL, NIT) que cuenta con un arreglo de microlentes (0200-6.3-S-C, Adaptive Optics Associates) que se encuentra en un plano conjugado con la pupila de entrada del ojo y que tiene 125x125 microlentes con una separación de 200$\mu$m y una distancia focal de 6.3mm. El sistema de telescopio implementado tiene una amplificación de 0.8, necesario para poder medir tamaños pupilares de hasta 7mm aprovechando al máximo el tamaño del sensor de la cámara. Al montaje lo completa un test de fijación y una cámara (CMOS Mono, 752x480, 8 bits, UI-1221LE-M-GL, Aptina) para el centrado y control de la pupila del sujeto. Con esta configuración es posible medir las aberraciones hasta el quinto orden para una pupila de 4mm, lo cual es más que suficiente para describir la calidad óptica del ojo humano [3].

La calibración del sensor consta de dos etapas. En la primera se registró una imagen de referencia de un frente de onda plano que tiene en cuenta las aberraciones propias del sistema. En un sistema limitado por difracción, esta imagen es una distribución de puntos equidistantes correspondientes a la imagen que forma cada microlente sobre el sensor de la cámara. En la segunda etapa, se introdujeron en el camino óptico cantidades de aberraciones conocidas (desenfoques en este caso) y se registraron imágenes de la distribución de puntos para estos frentes de onda aberrados. Luego se procesaron las imágenes con un software desarrollado para este propósito, se estimaron los coeficientes de Zernike y a partir de estos se calcularon los valores de desenfoque que se contrastaron con los valores nominales. Mediante un proceso iterativo se ajustaron los parámetros de medida y se obtuvo una curva de calibración. El sensor fue calibrado para un rango de -1.5D (dioptrías) a 1.5D utilizando lentes de prueba oftálmicas en pasos de 0.25D, obteniéndose un muy buen ajuste ($R^2$=0.999) y un error menor al 5 % para la máxima diferencia encontrada.

Finalizada la calibración, se realizaron medidas de validación en un ojo artificial con distintas refracciones inducidas (miopía, hipermetropía y astigmatismo), y en ojos de sujetos voluntarios. Estas medidas se compararon con las obtenidas en los mismos sujetos medidos con un autorefractómetro comercial (HRK 7000, Huvitz) que utiliza el mismo principio de medida. Se encontró un buen acuerdo entre los resultados de ambos sensores. La diferencia media fue de 0.28D (máximo 0.56D) que se encuentra dentro de los límites normales para este tipo de medida

[4].
[1] Liang and Williams. Aberrations and retinal image quality of the normal human eye. JOSA A. Vol. 14, Issue 11, pp. 2873-2883 (1997)

[2] Cheng et al. Validation of a clinical Shack-Hartmann aberrometer. Optom. Vis. Sci. Aug; 80(8):587-95 (2003)

[3] Porter et al. Monochromatic aberrations of the human eye in a large population. JOSA A: Optics, Ima. Sci. and Vis. Vol. 18, Issue 8, pp.1793-1803 (2001)

[4] Guirao and Williams. A method to predict refractive errors from wave aberration data. Optom. Vis. Sci. Jan;80(1):36-42 (2003)

## 503. Separación isotópica de Si mediante la DMFIR con 2 frecuencias

Risaro M[1],D'Accurso V[1],Azcárate M L[1 2],Codnia J[1]

[1] *Departamento de Investigaciones en Láseres y Aplicaciones (CITEDEF) - UNIDEF - CONICET*

[2] *Investigador/a CONICET*

Los isótopos de silicio son de interés para la industria de los semiconductores, debido a la mejora en las propiedades ópticas y de transporte que produce la utilización de $^{28}$Si de alta pureza. Uno de los métodos con alto potencial para la obtención de $^{28}$Si enriquecido es la Separación Isotópica por Láser. La Disociación Multifotónica Infrarroja (DMFIR) es un método de separación de isótopos con láser altamente selectivo el cual consiste en la absorción secuencial de fotones resonantes con un modo de vibración de la molécula desde el estado fundamental hasta sobrepasar el umbral de disociación. La eficiencia de la DMFIR se ve reducida por la anarmonicidad de los niveles vibracionales. Como resultado de esto disminuye la sección eficaz de absorción puesto que la energía del fotón excede a la separación entre niveles. Las consecuencias de este efecto pueden reducirse utilizando dos láseres IR: uno de baja energía resonante con los primeros niveles vibracionales (excitación) para garantizar la selectividad del proceso y, otro sin restricciones de sintonía pero de alta energía (disociación) para producir la disociación molecular.

En este trabajo se presentan los resultados de las experiencias de DMFIR con dos frecuencias utilizando $SiF_4$ como molécula de trabajo. La muestra se inyectó en una cámara de vacío mediante una válvula pulsada. La excitación y disociación IR de $SiF_4$ se realizó con dos láseres de $CO_2$ TEA. Como sistema de detección se utilizó un espectrómetro de masas de tiempo de vuelo con ionización multifotónica. El análisis de las señales obtenidas se realizó mediante los estimadores $\alpha$ y $\beta$ asociados a la eficiencia de la disociación y al grado de enriquecimiento isotópico obtenido, respectivamente. Con el fin de optimizar el proceso de enriquecimiento isotópico se estudió el efecto de la variación de la fluencia y longitud de onda de los láseres de excitación y de disociación sobre los valores de $\alpha$ y $\beta$.

## 504. Sistema de control FPGA para estabilizar la longitud de onda de un láser a una cavidad Fabry-Perot

Luda M[1 2],Codnia J[1]

[1] *CEILAP (CITEDEF-CONICET) Villa Martelli, Buenos Aires, Argentina*

[2] *Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad de Buenos Aires*

La estabilización de un láser sintonizable a un patrón externo es una técnica de aplicación frecuente en metrología, espectroscopía láser y control coherente de estados electrónicos de un átomo. La técnica consiste en relevar con el láser el espectro de transmitancia o de reflectancia de un sistema físico de referencia y utilizar la información del espectro para corregir la frecuencia

de emisión del láser mediante un sistema de control realimentado. De esta forma se reducen las fluctuaciones y derivas en la longitud de onda de emisión. En particular, estabilizando el láser a un pico (lockeo) del espectro de una cavidad Fabry-Perot de longitud variable mediante un piezoeléctrico se puede obtener una fuente de luz coherente estable y controlable. El sistema de lockeo consiste en modular la frecuencia de emisión y demoduar la señal transmitida/reflejada mediante un sistema tipo lock-in. La señal demodulada tiene información de la pendiente del pico que se busca lockear y es utilizada como una señal de "error" que alimenta un filtro Proporcional-Integrador-Derivador (PID). La salida del filtro constituye una señal de "control" que permite corregir las desviaciones del láser cerrando el lazo realimentado.

En este trabajo se presenta la implementación del sistema de control mediante un dispositivo de lógica programable FPGA que realiza la modulación y democulación lock-in y el filtrado PID. La implementación en FPGA demostró ser ventajosa frente a implementaciones ensayadas anterioremente con microcontroladores, permitiendo ahora una respuesta del lazo realimentado más rápida. El sistema fue puesto a prueba estabilizando un láser de cavidad externa (ECDL) a una cavidad Fabry-Perot. Los resultados permiten afirmar que la solución propuesta es efectiva y puede ser utilizada para realizar la técnica Pound-Drever-Hall de lockeo a cavidades Fabry-Perot, así como estabilizar el láser a una transición de un gas atómico o molecular de referencia.

## 505. Teorema de Keller en la respuesta óptica de sistemas nanoestructurados

Rodriguez L A[1],Ortiz G P[1],Mochán W L[2]

[1] *Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura - Universidad Nacional del Nordeste*

[2] *Instituto de Ciencias Físicas, Universidad Nacional Autónoma de México*

Una de las aplicaciones del teorema de Keller es verificar cálculos de propiedades macroscópicas de sistemas bidimensionales compuestos con dos fases. Originalmente ese teorema ha sido planteado estrictamente para casos estacionarios en los que $\nabla \cdot \vec{J} = 0$, siendo $\vec{J}$ el flujo de una cantidad microscópica. En este trabajo, analizamos el método recursivo ENR empleado para el cálculo de la función dieléctrica macroscópica de sistemas compuestos nanoestructurados. Debido a que en estos sistemas las longitudes características son mucho menores que la longitud de onda del haz de prueba, en el ENR se aplica la aproximación de longitud de onda larga. Proponemos una reformulación del terorema de Keller en términos de $\nabla \cdot \vec{D} = 0$, siendo $\vec{D}$ el vector desplazamiento eléctrico, con el que logramos extender su aplicación para analizar la respuesta óptica de sistemas compuestos metal-dieléctrico nanoestructurados. Verificamos los cálculos de funciones dieléctricas macroscópicas de esos sistemas diseñados para responder de forma específica en el rango óptico.

## 506. Un modelo geométrico para partículas plasmónicas

Depine R A[1],Valencia C[2],Riso M[3],Cuevas M[4]

[1] *Depto. Física, FCEyN (UBA) - IFIBA - CONICET*

[2] *Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Baja California (UABC), Ensenada, BC 22860, México*

[3] *Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad de Buenos Aires*

[4] *Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas*

Primero se presentará un modelo geométrico intuitivo que permite interpretar los plasmones localizados, como los que se manifiestan en experimentos de scattering de luz por partículas, en términos de los plasmones propagantes, como los que aparecen en configuracaiones de guiado.

Luego se mostrarán ejemplos que ilustran esta conexión para distintas geometrías en el caso de plasmones metálicos y grafénicos.

# TECNOLOGÍA

MIÉRCOLES 05 17:00 - 18:00 hs y JUEVES 06 14:30 - 18:00 hs. Block 1 y Block 2

## 507. Análisis de imágenes para obtener la tensión interfacial

Caro G[1 2],Acosta E[1],Perez L I[1 3]

[1] *Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ingeniería. Departamento de Física. Grupo de Láser, Óptica de Materiales y Aplicaciones Electromagnéticas. Paseo Colón 850, C1063ACV Buenos Aires, Argentina.*

[2] *Alumno/a de Laboratorios 6 y 7 de la Licenciatura en Ciencias Físicas. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires*

[3] *Universidad de Buenos Aires. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. Instituto de Tecnologías y Ciencias de la Ingeniería "Hilario Fernández Long". Facultad de Ingeniería. Paseo Colón 850, C1063ACV Buenos Aires, Argentina.*

Un tensiómetro de gota rotante permite medir tensiones interfaciales bajas, de hasta $10^{-5}$ mN/m. El valor de la misma se determina analizando la forma de la gota en función de la velocidad de rotación. En este trabajo se presenta una modificación de un tensiómetro comercial Texas 500 al cual se le ha reemplazado la óptica original por una cámara USB y también el desarrollo de un software de análisis de las imágenes para determinar la tensión interfacial. Para el desarrollo del software se crearon primero imágenes de gotas por software resolviendo numéricamente las ecuaciones que describen la deformación de la gota en rotación en condiciones estacionaras. Estas imágenes han sido retocadas para que se parezcan a las imágenes que se obtienen con el microscopio. El software para obtener la tensión interfacial a partir del análisis de las imágenes, fue desarrollado empleando las imágenes simuladas. La incerteza en la medición de la tensión interfacial para una medida individual estimada es 10El sistema ha sido probado determinando la tensión interfacial entre líquidos inmiscibles puros y en soluciones que contienen surfactantes. Los resultados obtenidos son coincidentes con los de la literatura.

## 508. Análisis para la construcción de un densímetro para mediciones en biocombustibles

Maestri L[1 2],Knees P[1 2],Fernández Galván E[1],Sorichetti P A[3],Romano S D[4]

[1] *Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ingeniería. Departamento de Ingeniería Mecánica. Grupo de Energías Renovables (GER). Buenos Aires, Argentina.*

[2] *Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Buenos Aires, Argentina.*

[3] *Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ingeniería. Departamento de Física. Laboratorio de Sistemas Líquidos (LSL). Buenos Aires, Argentina.*

[4] *Universidad de Buenos Aires. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. Instituto de Tecnologías del Hidrógeno y Energías Sostenibles (ITHES). Facultad de Ingeniería. Departamento de Ingeniería Mecánica. Grupo de Energías Renovables (GER). Buenos Aires, Argentina.*

La densidad es una propiedad fundamental para la caracterización de líquidos, y el estudio de su dependencia con la temperatura es de sumo interés tanto desde el punto de vista básico como para las aplicaciones. Por ejemplo, a partir de las mediciones de densidad y velocidad del sonido puede obtenerse la compresibilidad adiabática. Esta propiedad es relevante para el estudio de las interacciones intermoleculares en sistemas de varios componentes, así como para el diseño de sistemas de inyección en máquinas térmicas. Si bien el *Grupo de Energías Renovables* de la FIUBA (GER) ya cuenta con equipamiento para mediciones ultrasónicas de alta precisión, la determinación precisa de densidades en un amplio rango de temperaturas presenta complejidades debido a la gran variación de los valores de tensión de vapor y punto de inflamación de los distintos sistemas líquidos.

En este trabajo se presenta el estudio de alternativas para el diseño y la construcción de un equipo que permita la medición de densidad de líquidos con alta precisión en un amplio rango de temperaturas, teniendo en cuenta la compatibilidad entre las muestras y los materiales que componen el dispositivo, y el correcto funcionamiento con muestras de alta tensión de vapor. Se determinó que la metodología de medición más adecuada para nuestra aplicación es la medición por levitación magnética con pesado hidrostático. Se buscaron distintos diseños en la bibliografía y se realizaron diferentes adaptaciones al diseño elegido, teniendo en cuenta la disponibilidad de los materiales, su factibilidad de construcción y su costo.

El método de medición requiere un sistema de detección y posicionamiento óptico y electromagnético, por cual se modelizaron ambos sistemas a fin de estudiar su rango de linealidad y de optimizar las dimensiones de las componentes involucradas. Se utilizó el programa *Solidworks 2013* para realizar la maqueta 3D del equipo, con planos de ingeniería e ingeniería del detalle.

## 509. Conservación de Arándanos con pulsos de radiación

Gomez Marigliano A C[1 2],Campero E V[3],Danielsen K[3],Barrionuevo M J[3]

[1] *Dpto. Física, Fac. Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán*

[2] *CONICET*

[3] *Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología - Universidad Nacional de Tucumán*

El conocimiento de la evolución temporal de los parámetros nutricionales en los alimentos, particularmente en la fruta fresca es esencial para determinar el período de vida útil y de comercialización, máxime en el caso de ser frutos exportables. Se utilizan habitualmente distintos métodos de conservación que deben ser evaluados para determinar la aparición de algún componente no deseado y/o la alteración de los componentes más importantes, como también la mejora de las variables dinámicas. Se propone como método de evaluación dinámico de la calidad del

fruto la espectroscopia UV. Se realizó un análisis comparativo de la calidad del jugo de frutos sin tratamiento y de aquellas que se sometieron a irradiaciones en función del tiempo. Se ensayaron aplicaciones de diferentes intensidades de pulsos de microondas, radiación UV de 254 nm y 365 nm pulsadas y continuas. Todas las frutas tratadas con radiación presentaron un aspecto turgente y de colores muy brillantes al cabo de una semana y con escasa o nula presencia de hongos. Se concluyó que los procesos de radiado con radiación electromagnética en la región de microondas no son apropiados como método de conservación de fruto arándano ya que a pesar de que la población de hongos disminuye sensiblemente, hay una variación significativa de la clase de polifenoles presentes. Las aplicaciones de radiación UV continua producen cambios apreciables en la cantidad de antocianinas con valores próximos a los de la fruta sin tratamiento. y el proceso de irradiación con UV pulsada de 254 nm se presenta como promisorio para conservar fruta a temperatura y humedad ambiente por más de 10 días.

## 510. Control, caracterización y mejora de eficiencia energética en edificio público

Margarit D[1 2],Scagliotti A[1 2],Coiro J A[3]

[1] *Instituto de Ciencias - Universidad Nacional de General Sarmiento*

[2] *CONICET*

[3] *Museo de Ciencia, Tecnología y Sociedad "Imaginario", Universidad Nacional de General Sarmiento*

Actualmente, existe una necesidad imperiosa de encontrar mecanismos y estrategias para un uso eficiente de la energía. No sólo para mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero y preservar las reservas energéticas, sino también con el fin de suplir la necesidad de energía de la población frente a una crisis energética que cada vez resulta más preocupante. Para el presente trabajo se propone intervenir y controlar el flujo energético eléctrico del Centro Cultural de la Universidad Nacional de General Sarmiento. Se realizarán relevamientos, pruebas de tablero y bancos para el consumo particular de los diferentes artefactos y luminarias y mediciones in situ de parámetros tales como luminosidad y otros que influyen en el consumo energético. Con esto se busca desarrollar estándares tendientes a optimizar el uso eficiente de la energía en el edificio a través de protocolos y propuestas tecnológicas, desarrollando a la vez proyecciones de costo-beneficio para estos cambios.

## 511. Diseño de carrito automatizado para barridos de haz en deposiciones por ablación láser

Conde Garrido J M[1],Silveyra J M[1]

[1] *Universidad de Buenos Aires. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. Instituto de Tecnologías y Ciencias de la Ingeniería "Hilario Fernández Long". Facultad de Ingeniería. Paseo Colón 850, C1063ACV Buenos Aires, Argentina.*

La deposición por ablación láser (PLD, "pulsed laser deposition") es una técnica de deposición de películas delgadas muy versátil y en continuo desarrollo. Consiste en enfocar un haz de luz láser sobre un blanco para lograr su ablación. El material ablacionado se deposita sobre un sustrato, formando una película delgada. Para lograr la ablación, el láser debe entregar una alta energía en un intervalo de tiempo corto. Los láseres pulsados, como los de Nd-YAG, entregan pulsos de unos 10 nanosegundos de duración con frecuencias del órden de los 10 Hz. La forma en la que el blanco es ablacionado es de fundamental importancia para la calidad de las películas depositadas. Las películas de mejor calidad se obtienen cuando el ablacionado del blanco es uniforme. El objetivo

de este trabajo es diseñar un sistema móvil para realizar un barrido del haz láser sobre el blanco teniendo en cuenta el tamaño del spot y la frecuencia de los pulsos. Para esto se utilizará un blanco rotante y se realizará un barrido lineal del haz láser mediante la utilización de un espejo móvil. La velocidad del barrido lineal se controlará mediante una plataforma Arduino y podrá ser controlada desde una computadora personal, tablet o teléfono celular.

## 512. Elaboración y caracterización de películas antirreflectantes nanoestructuradas para aplicación en celdas solares

Debais G[1],Villa J[1],Rodríguez D[2],Perillo P[2],Barrera M[3 4]

[1] *Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires*

[2] *Departamento de Micro y Nanotecnología - CNEA*

[3] *Departamento de Energía Solar, Centro Atómico Constituyentes, Comisión Nacional de Energía Atómica*

[4] *CONICET*

Las celdas solares basadas en semiconductores III-V, tales como GaAs o InGaP, pueden llevar en la cara frontal una multicapa antirreflectante (AR) con la finalidad de maximizar la energía absorbida. Las propiedades AR de las multicapas dieléctricas se basan en el fenómeno óptico de interferencia, como ejemplo de estos materiales se pueden citar $TiO_2$, $Al_2O_3$ y $ZnS$. Por otro lado, se tiene conocimiento de que las películas consistentes en nanotubos de $TiO_2$ depositadas mediante anodizado electroquímico poseen buena adherencia sobre semiconductores. Una de las propiedades ópticas de importancia es que se puede cambiar su nanoestructura modificando los parámetros del anodizado, de manera de obtener distintos índices de refracción. En éste trabajo se depositaron láminas de nanotubos de $TiO_2$, mediante anodizado electroquímico, sobre muestras de silicio y basadas en crecimientos epitaxiales de materiales III$-$V con el fin de analizar sus propiedades antirreflectantes. Los nanotubos se fabricaron sobre el sustrato, depositando primeramente una película delgada de Ti mediante magnetron sputtering. Posteriormente se realizó el anodizado electroquímico en una solución de glicerol y fluoruro de amonio. Las propiedades ópticas fueron estudiadas mediante reflectometría óptica espectral y elipsometría. Se estudió también la implementación de la capa de nanotubos sobre la fabricación de celdas solares. Los dispositivos se caracterizaron eléctricamente mediante la curva I$-$V.

## 513. Estabilización de la Frecuencia de un Microoscilador No Lineal mediante una Resonancia Interna

Mangussi F[1],Zanette D H[1],Pastoriza H[1]

[1] *Instituto Balseiro - Universidad Nacional de Cuyo*

Los osciladores electromecánicos son un componente indispensable en cualquier dispositivo electrónico moderno, que necesite una frecuencia patrón para sincronización o cronometraje y son ampliamente utilizados en la fabricación de sensores. Los osciladores de cristales de cuarzo han sido utilizados clásicamente para este tipo de aplicaciones. Sin embargo, recientemente con el auge en el estudio de sistemas microelectromecánicos (MEMS), el desarrollo de osciladores a escalas micrométricas representa una alternativa potencial para sustituir a las tecnologías a base de cuarzo. La implementación de osciladores y sensores basados en MEMS, no solo permite disminuir enormemente las dimensiones físicas de esta clase de componentes, sino que también presenta la ventaja de que los métodos de microfabricación son compatibles con la tecnología de producción de semiconductores, lo que permite la incorporación de los osciladores y sensores en

circuitos integrados directamente en su etapa de fabricación. Desafortunadamente, la aparición de fenómenos no lineales al reducir los mecanismos resonantes a tan pequeña escala, resulta un gran impedimento a la hora de conseguir sistemas con frecuencias de funcionamiento estables, dificultando así la aplicación de MEMS en sensores u osciladores.

En este trabajo se presenta un estudio teórico-experimental de la dinámica no lineal que domina el comportamiento de un tipo especial de MEMS, denominado resonador clamped-clamped. En particular se ahondará en el desarrollo de modelos analíticos que permitan describir la interacción entre distintos modos de vibración del resonador mediante una resonancia interna, y que demuestran como la misma puede utilizarse como mecanismo de estabilización de la frecuencia de operación del microoscilador.

## 514. Estudio de Radiaciones No Ionizantes generadas por equipos WIFI en ambientes no controlados

Gross P[1],Vernieri J[1],Bava A[1 2]

[1] *Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional de La Plata*

[2] *Centro de Investigaciones Opticas (CIOp), La Plata, Argentina*

La utilización de servicios de Internet se ha incrementado exponencialmente en los últimos años. La necesidad de comunicación, envío de datos y acceso a la información en todo momento y lugar, ha traído como resultado un importante aumento en la instalación de una amplia variedad de dispositivos que permiten otorgar conectividad para diferentes tipos de redes y equipos. Un área de importante crecimiento es el de las tecnologías inalámbricas, tales como WI-FI y WI-MAX. Debido a ello, se ha instalado un sinnúmero de antenas de radiofrecuencia, cada vez más cerca del usuario. La comunidad científica ha venido estudiando, con especial énfasis en las últimas décadas, el efecto de este tipo de radiaciones en la salud humana. La sospecha de una relación de las radiaciones de radiofrecuencia con cierto tipo de cáncer, no pudo ser confirmada, pero tampoco totalmente descartada, siendo clasificados estos campos por la Agencia Internacional de Investigaciones del Cáncer (IARC) como posiblemente carcinógenos en humanos (categoría 2B), en el año 2011. Mientras tanto los valores límites recomendados por la ICNIRP (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection) corresponden a los publicados en 1998 (Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 Ghz)). La disciplina que se ocupa de caracterizar y medir las radiaciones electromagnéticas ambientales se conoce como Radiaciones No Ionizantes (RNI). Los organismos reguladores estatales fijan valores límites de RNI. En lo que respecta a las emisiones de las antenas de servicios de telecomunicaciones domiciliarias aún no hay reglamentaciones que exijan estudios ambientales in situ, dado que estos equipos son probados en laboratorio. No obstante, consideramos de suma importancia conocer los niveles de radiación que emiten en diferentes ambientes y a diferentes distancias ya que el entorno puede modificar los niveles medidos en laboratorio. El objetivo de este trabajo es analizar los niveles de radiación electromagnética generados por las nuevas tecnologías de servicio WI-FI presentes en lugares de residencia, así como en ambientes ocupacionales, comparándolos con los niveles máximos que estipulan las normas de RNI.

## 515. Materiales innovadores aplicables a fuentes de energía para un futuro sustentable

di Prátula P[1],Terny S[1],Scmidt F[1],Maximiliano T[1],Vivas E[1],Hernández García L[1],Cardillo E[1],Sola M[1],Frechero M[1]

[1] *INQUISUR - Dpto. Química - Universidad Nacional del Sur*

El creciente auge de la electrónica portátil (telefonía móvil, videocámaras, ordenadores portátiles, etc.), el reto de optimizar vehículos eléctricos y el desarrollo de dispositivos acumuladores de energías alternativas, hacen necesario la modificación de baterías recargables avanzadas considerando también, el reciclado de materiales orientados al ahorro energético.

En este trabajo presentamos el diseño y la caracterización de un conjunto de nuevos materiales de aplicación en el campo de las energías:

- Electrolitos sólidos de litio (en base de fostatos modificados),

- Electrodos de en base de óxidos de silicio y manganeso modificados con nano-fibras de carbono,

- nanocompositos vítreos acoplados para capturadores solares.

Las técnicas de caracterización estructural y eléctrica utilizadas en el proceso de diseño y optimización de los materiales sintetizados son: calorimétricas (DSC/DTA), difracción de Rayos X (XRD), Fluorescencia de Rayos X, espectroscopia FTIR, UV-Vis, microscopia con luz polarizada, microscopia de barrido (SEM-EDX), microscopia de transmisión (TEM), densidad por el método de desplazamiento y IS (Espectroscopia de Impedancia).

Adicionalmente, mediante técnicas de simulación de dinámica molecular, buscamos comprender la interacción entre el portador y la estructura soporte mediante el análisis de los eventos dinámicos de los portadores de carga involucrados en nuestros materiales.

Es importante considerar que el tratamiento de residuos es un gran desafío que enfrenta la sociedad, y es por ello que su reaprovechamiento contribuiría a reducir los perjuicios que provocan sobre la población y el medioambiente. En el caso de los electrolitos nos hemos abocado a la búsqueda de materiales que permitan incrementar la conductividad iónica y que se encuadre en el contexto de materiales ecológicos.

## 516. Método de medición de propiedades acústicas de materiales.

Gomez Marigliano A C[1] [2],Díaz W O[3],Lazarte M[3]

[1] *Dpto. Física, Fac. Ciencias Exactas y Tecn., Universidad Nacional de Tucumán*

[2] *CONICET*

[3] *Dpto. Física, Fac. Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán*

Se diseñó un método que permite evaluar tanto la reflectividad como la transmisividad de materiales en función de la frecuencia y de la intensidad de la radiación sonora, utilizando una cámara acústica previamente diseñada y evaluada por el grupo de investigación (1). El sistema es un habitáculo prismático con un tabique central del mismo material que las paredes, en el cuál hay una ventana rectangular donde se colocan los materiales a evaluar. La fuente y el receptor se colocan a ambos lados del tabique en una configuración predeterminada, de manera tal que la intensidad sobre la ventana sea la misma en todas las mediciones. Los valores medidos varían con la intensidad y con la frecuencia. Se trata de un método relativo y preciso. A esta conclusión se llega luego de comparar la precisión de este método con la obtenida por los otros métodos absolutos.

(1) Evaluación de parámetros acústicos de habitáculos aislados acústicamente Autores: Moreno Maldonado, Ana C.; Núñez, Jorge M.; Gómez Marigliano, Ana C; Díaz, Walter O., Investigaciones en Facultades de Ingeniería del NOA.ISSN. 1853-7871. 741 - 744 (2015)

## 517. Modelado de la Indentación en materiales con recubrimientos metálicos

Manzur J O[1],Moreno A D[1 2],Schvezov C E[1],Rosenberger M R[1]

[1] *Instituto de Materiales de Misiones (CONICET-UNaM). Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales (FCEQyN)*

[2] *Instituto de Tecnología Jorge A. Sabato - UNSAM*

Se estudia el comportamiento micromecánico de un material con un recubrimiento metálico delgado mediante el análisis de elementos finitos. Se simula el ensayo tridimensional del contacto entre un indentador tipo Brinell sobre la superficie de un material compuesto cuyos constituyentes corresponden a un sustrato sólido con un recubrimiento superficial modelado mediante adherencia perfecta. Para el estudio se consideró materiales homogéneos con comportamiento elastoplástico seleccionando como recubrimiento un dominio con propiedades más rígidas respecto al sustrato. Se analizó los mecanismos de deformación producidos durante la indentación en función de las propiedades de los materiales constituyentes y de sus configuraciones geométricas para estudiar la influencia del sustrato y del recubrimiento. Se realizaron simulaciones considerando diferentes cargas máximas y diferentes espesores del recubrimiento para buscar correlaciones con las curvas de carga-profundidad para el sistema dado. Los resultados de las simulaciones permiten formular correlaciones entre la dureza y las propiedades mecánicas del material y estudiar los efectos de pile-up/sink-in para explicar la influencia de la deformación plástica del material alrededor de la huella de indentación sobre la determinación del número de dureza Brinell.

## 518. Modificación de la respuesta espectral de un dispositivo fotovoltaico para su utilización como sensor de radiación UV: primeros desarrollos

Kondratiuk N[1 2],Moreno A[1 3],Díaz Salazar M[1 2],Martínez Bogado M[1 2],Tamasi M[1 2]

[1] *Departamento de Energía Solar, Centro Atómico Constituyentes, Comisión Nacional de Energía Atómica*

[2] *CONICET*

[3] *Becario ANPCyT*

Existen en Argentina distintos grupos de investigación y particulares que requieren de la medición de la radiación solar, tanto en las áreas de aplicaciones de energía solar como en arquitectura ambientalmente conciente, meteorología, agricultura, entre otras. El Departamento de Energía Solar (DES) de la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) viene trabajando en el desarrollo y fabricación de sensores de radiación solar desde la década del 90 y son utilizados tanto para usos terrestres como espaciales.

Hasta el momento se desarrollaron distintos instrumentos nacionales, confiables y de bajo costo para el control y medición tanto de la radiación global como la radiación PAR, y sensores de posición que fueron utilizadas en distintas misiones satelitales tales como SAC-A, SAC-D, SAOCOM 1A, entre otras.

Los sensores fotovoltaicos que se fabrican en el laboratorio del DES de la CNEA poseen una estructura $n^+pp^+$. Se elaboraron y caracterizaron sensores solares de silicio cristalino con el objetivo de modificar su respuesta espectral en la región del ultravioleta (UV) para poder utilizar

estos sensores como instrumentos de bajo costo para medir radiación UV. Para ello se modificó el proceso de difusión que define la juntura frontal variando tiempos y concentraciones de dopante. Luego de estas modificaciones se midió la respuesta espectral de los sensores elaborados donde se obtuvieron en una de las difusiones modificadas sensores con una mayor respuesta en longitudes de onda bajas y en particular en el UV.

## 519. Termodinámica de No Equilibrio y Reactores Químicos

Razzitte A[1],Kingston D[1]
[1] *Facultad de Ingeniería Universidad de Buenos Aires*

Las reacciones químicas son ejemplos de procesos irreversibles que pueden ocurrir dentro de un sistema y, como tales, generan entropía, o lo que es equivalente, resultan en una pérdida de trabajo útil. La entropía generada depende, entre otras cosas, de la variación de función de Gibbs, de los gradientes de temperatura, concentración y presión dentro del sistema. El presente trabajo busca estudiar la eficiencia de distintos tipos de reactores para obtener una producción constante de un determinado compuesto y compara las distintas alternativas, analizando tanto el volumen necesario para lograr el objetivo como la producción de entropía asociada a cada configuración. Se observó que hay un compromiso entre un menor volumen y menor producción de entropía, ya que aquellos reactores con un volumen mayor (menores velocidades de reacción) generan menos entropía que los otros. Por otro lado, se estudia qué sucede en el caso de un reactor catalítico, dentro del cual hay transporte de materia dentro de los poros de un sólido y obtener un modelo para la producción de entropía que contemple los diversos efectos.

## 520. Uniones mediante una fase líquida transitoria utilizando cintas amorfas del sistema Ni-Cr-B-Si como material de aporte: caracterización microestructural y mecánica de la juntura en componentes estructurales de acero

Di Luozzo N[1],Fontana M[1],Arcondo B[1],Boudard M[2]
[1] *Universidad de Buenos Aires. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. Instituto de Tecnologías y Ciencias de la Ingeniería "Hilario Fernández Long". Facultad de Ingeniería. Paseo Colón 850, C1063ACV Buenos Aires, Argentina.*
[2] *Laboratoire des Matériaux et du Génie Physique , Grenoble Institute of Technology*

La unión mediante una fase líquida transitoria (Transient Liquid Phase Bonding, TLPB) es una técnica que se presenta como una opción a los procesos tradicionales de soldadura, en particular a las realizadas tanto por difusión en estado sólido como por brazing. La misma ha demostrado sus potencialidades en lo que respecta a las propiedades mecánicas de las piezas unidas - tanto en ensayos de tracción como de flexión - en una variedad de productos metálicos, destacándose los aceros. Para llevar a cabo las uniones por TLPB, se utilizan habitualmente cintas metálicas amorfas. En particular, para la unión de piezas de acero - es decir, el metal base - se emplean como material de aporte cintas amorfas de los sistemas Ni-Si-B y Ni-Cr-Si-B. Como resultado de la formación de la brecha líquida y su posterior solidificación isotérmica, las uniones se destacan por sus altas concentraciones de Ni. Estas se han estudiado extensamente en lo que respecta a sus propiedades mecánicas, pero con resultados contradictorios. Sin embargo, se observa una total ausencia en correlacionar la microestructura observada y las propiedades mecánicas medidas en las uniones. Entre los metales ferrosos con altas concentraciones de Ni, podemos destacar desde aceros para servicios a bajas temperaturas (ej.: 9 % de Ni), hasta meteoritos - muchos

de los cuales consisten de soluciones sólidas de Fe-Ni. Estos últimos se destacan por tener una microestructura bainítica y/o martensítica, en conjunto con la presencia de austenita retenida, incluso con bajas concentraciones de C y/o bajas velocidades de enfriamiento. Teniendo presente las relaciones de orientación determinadas tanto por difracción de rayos X como por microscopía electrónica de transmisión entre los distintos grupos de granos de bainita y martensita, su cumplimiento fue estudiado por difracción de electrones retrodispersados (Electron Backscatter Diffraction, EBSD). En este trabajo se realizaron uniones por TLPB de barras de acero de bajo contenido de C utilizando como material de aporte cintas amorfas del sistema Ni-Cr-Si-B. En lo que respecta a la microestructura, esta fue caracterizada por microscopía electrónica de barrido. Estas constan de complejas combinaciones de bainita y martensita, cuyas relaciones de orientación fueron estudiadas por EBSD. Por otro lado, se realizaron ensayos de tracción y flexión en probetas obtenidas de las uniones realizadas, para el estudio tanto de sus propiedades mecánicas como de la cohesión entre el metal base y la juntura. Finalmente, se realiza una amplia discusión en lo que respecta la relación entre la microestructura- propiedades mecánicas de las uniones.

# SEDES 101ª RAFA

## LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUCUMÁN

Ayacucho 491

La Universidad Nacional de Tucumán (UNT) fue fundada el 25 de mayo de 1914. El rector y gestor fue el Dr. Juan B. Terán representante del proyecto fundador sintetizado en el lema Pedes in terra ad sidera visus (Los pies en la tierra y la mirada en el cielo).

La UNT cuenta con 13 Facultades, una Escuela Universitaria de Cine, Video y Televisión, un Instituto de áreas Naturales Protegidas y un Centro Universitario en Aguilares. Posee siete Escuelas Experimentales de diferentes modalidades (técnica, artística, agropecuaria y bachilleratos). Tiene además una reserva natural: el Parque Biológico en Sierras de San Javier de 14.000 has. y un complejo de Residencias Universitarias en Horco Molle y en San Javier. La población estudiantil supera los 60.500 alumnos, los docentes suman más de 4.200 y los empleados no docentes 2.500.

La UNT tiene una importante presencia cultural y de extensión. Se manifiesta en el Teatro Alberdi, en los Centros Culturales Eugenio Flavio Virla y Ricardo Rojas, y en los museos Arqueológico y MUNT; lugares donde se desarrollan actividades académicas y culturales de la provincia. Estos centros están ligados a las Orquestas Sinfónica y Juvenil, y a los coros Universitario y de Niños y Jóvenes Cantores, ya que sus actividades se desarrollan en esas salas de expresión artística. Además, la UNT cuenta con su propia emisora radial y en parte el Canal 10 de televisión de aire.

## LA FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS y TECNOLOGÍA

Av. Independencia 1800

La Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología de la Universidad Nacional de Tucumán (FACET), posee ya un siglo de existencia, período en el cual ha ejercido cabalmente su rol de formadora de Ingenieros y de profesionales en el área científico tecnológica.

Ubicada estratégicamente en el Centro Ing. Roberto Herrera de la U.N.T, posee una concepción arquitectónica propia de los campus universitarios de fines de la década del sesenta, abierto, con generosa extensión, con amplios y luminosos espacios verdes que circundan de manera armónica a modernas estructuras de hormigón armado.

Sus instalaciones se conforman por cuatro bloques de cinco niveles cada uno y un conjunto de anfiteatros, donde docentes, alumnos y personal de apoyo, desarrollan tareas de Docencia e Investigación.

Cuenta además con cuarenta modernos laboratorios y talleres, donde más de quinientos profesionales altamente capacitados entre docentes-investigadores, técnicos y becarios desarrollan labores de investigación, desarrollo e innovación tecnológica tanto en las ciencias puras como en las ciencias aplicadas.

Desde sus comienzos, la jerarquía de su claustro, el nivel de excelencia de la enseñanza, la prolífica investigación y la labor de extensión orientada hacia el medio, la llevó a ejercer naturalmente el liderazgo de la formación científico tecnológica en la Región Noroeste del País, constituyéndose así, en un obligado referente nacional e internacional en ese campo.

Actualmente en la FACET se dictan 14 carreras de grado, 3 carreras cortas y numerosas carreras de postgrado.

## EL TEATRO ALBERDI

Jujuy 92 (esquina Crisóstomo Álvarez)

El teatro nació del sueño de los hermanos Filandro y Miguel Genovessi, quienes compartían la idea de conceder a la ciudad una sala que permitiera la presentación de compañías de gran nivel. Por una Ordenanza del Concejo, se inicia a principios del siglo XX, la construcción del Teatro Alberdi a cargo de Nicolás Ferraro y del escultor Juan Bautista Finocchiaro, siendo inaugurado finalmente en 1912.

En 1961, la Universidad Nacional de Tucumán, compró el teatro comenzando la difícil restauración y reparación del edificio, ya que había permanecido casi 50 años sin mantenimiento y en una absoluta situación de descuido. Tal era el estado que muchos sugerían demolerlo para construir otro nuevo. Pese a ello, la sala abrió de nuevo sus puertas, con ligeras y apresuradas reparaciones.

En 1978, la UNT encaró una reforma integral del edificio. Tras un esfuerzo de muchos años, como homenaje al 75° Aniversario de la Fundación de la UNT, en 1989, se reabrieron las puertas del teatro, totalmente restaurado. El director técnico de las obras fue el arquitecto Jorge de Lassaletta. El escultor Mario Moyano fue el encargado de reproducir los motivos de los mascarones, escudos, frisos y rosetones que el tiempo había destruido y que hoy vemos tal como lucían hace un siglo.

Desde 1999, se han llevado adelante mejoras, reformas y ampliaciones, Todo esto, sin dejar de brindar la mejor oferta de manifestaciones artísticas y el disfrute de las presentaciones de los cuerpos estables de la UNT (orquesta sinfónica, orquesta juvenil, ballet clásico, ballet folklórico y coro). El Teatro tiene una superficie de 3.260 m2 distribuidos en seis niveles, un sótano y cinco plantas y una capacidad para 650 personas. Constituye, junto al Teatro San Martín, uno de los

dos espacios culturales más importantes de la provincia. Ambos teatros fueron declarados en 2011 Patrimonio Histórico Nacional.

## LA USINA DEL CENTENARIO

Av. Sarmiento 1100
El complejo fue erigido en 1951 y allí funcionó la central hidroeléctrica de Agua y Energía hasta la década de 1990. Posteriormente el edificio fue abandonado y sufrió un gran deterioro: la mayor parte de las chapas del techo se cayeron y los vidrios fueron rotos. La UNT recibió en el año 2011 el edificio en custodia, por medio del Organismo de Bienes del Estado. En septiembre de 2011 empezó la limpieza, reparación y remodelación del lugar y dos años más tarde comenzaron a utilizarse sus espacios. De sus orígenes aún existen la grúa metálica y el tanque de agua. Actualmente cuenta con un gran espacio con capacidad para 1000 personas utilizado como anfiteatro y numerosas aulas donde se desarrollan talleres para adultos mayores y para público en general.

## LA CASA DE GOBIERNO DE LA PROVINCIA DE TUCUMÁN y su SALÓN BLANCO

25 de Mayo 90 (entrada por calle San Martín)
La casa de Gobierno es sede del gobierno provincial desde 1912 y fue declarado monumento histórico nacional en 2012.

A comienzos del siglo XX, el gobernador Luis Nougués, con el fin de impulsar la renovación urbana, encargó al ingeniero Domingo Selva, la construcción de un palacio de gobierno, que reemplazara al Cabildo colonial. Luego de la demolición del Cabildo, se adquirieron dos propiedades vecinas y la construcción del edificio se inició en 1908. El nuevo edificio fue inaugurado el 9 de julio de 1912 por el Gobernador José Frías Silva y el presidente Roque Saenz Peña.

Su diseño se origina de nuevos criterios estéticos y con la necesidad de comunicar simbólicamente su rol de edificio público. El edificio, estilísticamente, combina formas del barroco francés con reminiscencias del clasicismo italiano. El imponente Salón Blanco está totalmente espejado y decorado con pinturas en tela del artista valenciano Julio Vila y Prades, adosadas al cielorraso y restaurados por el Plástico tucumano Santos Legname.

En el patio central de la Casa de Gobierno, descansan los restos del ilustre tucumano Juan Bautista Alberdi, inspirador de la Constitución Nacional Argentina.

# INFORMACIÓN ÚTIL

## TELÉFONOS ÚTILES

**Bomberos** 100/03814212148/03814233553
**Defensa Civil** 103/08007770408/03814979116
**Emergencias Médicas** 107/03814216307/03814212224
**Hospital Centro de Salud** Av. Avellaneda 750/03814311208
**Hospital Padilla** Alberdi 540/03814240848
**Hospital del Niño Jesús** Pje. Hungría 750/03814247083
**Policía** 101

## HORARIO DE LOS COMERCIOS

**Por la mañana:** 9:00 a 13:00 hs
**Por la tarde** 17:00 a 20:30 hs
**Por la noche** San Miguel de Tucumán cuenta con una intensa actividad nocturna, con bares, peñas, pubs, teatros, etc. abiertos todas las noches (en especial de jueves a domingo)

## HORARIO BANCARIOS

08:30 a 13:30 hs

## MONEDA y CASAS DE CAMBIO

La mayoría de los centros de cambio se encuentran ubicados en la calle San Martín al 700, zona bancaria de la ciudad

## ENTE AUTÁRQUICO TURISMO TUCUMÁN

24 de Septiembre 484, teléfono (0381)4303644-4222199

## AEROPUERTO INTERNACIONAL DE TUCUMÁN BENJAMÍN MATIENZO

Se encuentra a 13 km del centro de la ciudad
**Aerolineas Argentinas** (0381)4311030/0810-222865273
**LATAM** (0381)4224130

## VIAJES EN TREN

Tren Buenos Aires - Tucumán 0800-222-TREN (8736)
En Tucumán (0381) 4309220

## TERMINAL DE ÓMNIBUS

Av. Brígido Terán 250, teléfono (0381)4300452/4553422
La Terminal de Ómnibus de San Miguel de Tucumán se encuentra en las cercanías del Parque 9 de Julio, a pocas cuadras del centro.

## TARJETA CIUDADANA

Para viajar en colectivos urbanos e interurbanos se requiere la **Tarjeta Ciudadana**
Existen dos tipos de tarjetas: recargable y descartable (esta última recomendada para turistas)
Su costo es de $25
El valor del boleto urbano (dentro del municipio capitalino) es de $6,95. El valor del boleto interurbano (hacia otros municipios) oscila entre $7,50 a $12,70 de acuerdo a las distancias

## TUCUBONDI

Aplicación que brinda información sobre el transporte público de Tucumán, líneas, recorridos, etc: www.tucubondi.com.ar

## TAXIS

Algunas empresas de taxi:
**Centro Taxi** (0381)4300999
**Transmi Taxi** (0381)4320320
**Hola Taxi** (0381)425556
**Radio Taxi** (0381)4226622
**Los Cerros (Yerba Buena)** (0381)4253344
**Aconquija (Yerba Buena)** (0381)4252251
**353 (Yerba Buena)** (0381)4353000

## ALQUILER DE AUTOS

**Avis** 24 de Septiembre 364, TEL: (0381)4310025
**Hertz** Crisóstomo Álvarez 507, TEL: (0381)4524991
**Localiza** Aeropuerto Int. Benjamín Matienzo, TEL: 0800-999-2-999
**Móvil Renta** San Lorenzo 370, TEL: (0381)4310550
**Trans Class** San Miguel 633, TEL: (0381)4245030
**AF** 9 de Julio 79, TEL: (0381)4301849
**Alamo** 25 de Mayo 230, TEL: (0381)4228804
**Europcar** Av. Soldati 380, TEL: (0381)4378760

# ÍNDICE ONOMÁSTICO


A. Hernandez C, 378
Abate A, 380
Abramson G, 227
Abriola D, 164, 167
Accordino S, 135
Acha C, 84, 348
Achaval P I, 276
Achával P I, 40, 146, 147, 263
Acosta Coden D, 171, 176
Acosta E, 344, 412
Acosta R, 98
Acosta R H, 37, 185, 253
Acuña H, 305
Addad R R, 241
Agudelo Mora D C, 98
Aguero M, 394, 406, 408
Aguilar D J, 358
Aguirre A, 63, 305
Aguirre M A, 310
Aguirre Varela G G, 52, 292
Alarcón L, 133
Alastuey P, 157, 351
Albanese F, 74, 188
Albanesi E, 338, 339
Albanesi E A, 331, 337, 370, 376
Albano E, 223
Albano E V, 105, 216, 219
Albarracín P, 62, 317
Albornoz C, 202
Albornoz L J, 201, 208, 363
Alcain P, 165
Alcalde Besia F, 293
Ale Crivillero M V, 365, 366
Alessi M, 162, 166, 250
Alí M, 337
Alkorta I, 249
Allekotte I, 117, 122
Almeira N, 219
Alonso J A, 82, 214
Alonso R, 269
Alvarez L, 149, 287, 288
Álvarez Mercé R, 58, 295
Alvarez Y, 217
Amalia A, 165
Amaya S, 191
Amigo L, 366
Amigó M L, 360, 362, 365
Andrada H, 88
Andrada H E, 182, 185
Anglada P, 117, 238
Anguiano S, 112, 395
Anoardo E, 46, 282, 286
Aparicio D D, 121
Appignanesi G, 133, 135
Aragón L, 367
Aragón Sánchez J, 370
Aramburu V M, 187
Araujo V, 183
Araujo V E A, 360, 368
Arazi A, 164, 167
Arbó D, 35, 39, 247, 248, 254
Arbó D G, 258
Arce R D, 372
Arce V B, 235, 236
Arciniegas D, 163
Arcondo B, 419
Arena L E, 146, 147
Ares A E, 364, 368, 369
Arguello E R, 246
Arguello E R, 181
Arias C E, 175
Arista N R, 185, 198, 247
Arlego M, 210
Arnaldi H, 243
Arneodo Larochette P, 184, 196
Aroca A, 277
Arranz F J, 246
Arribére M, 163
Asorey H, 243
Asteazaran M, 356
Aucar G, 251
Aucar G A, 35, 38, 251
Auradou H, 66, 308, 309, 317
Auras R A, 186
Aurelio G, 20, 103, 234
Ausilio F, 51, 295
Avalle L, 192, 339
Ávila E E, 41, 275
Ávila É E, 42, 276
Avila L, 154
Azcárate L, 336
Azcárate M L, 111, 410
Azzaroni O, 93, 387

Bachi N, 376
Baggio R, 210
Baglietto G, 105, 219
Baigori M D, 92, 384
Baigorria J, 149
Bajales Luna N, 332, 379
Balbuena C, 335
Balducci N, 109, 113, 391, 398
Balenzuela P, 232
Balonga P, 106, 226
Balpardo C, 164
Banchio A J, 90, 95
Barbaglia M O, 305
Barbero C, 379
Barbieri N R, 266
Barella M, 373

Barone F, 287
Barrachina R, 198
Barrachina R O, 248, 257
Barraco D, 85, 326
Barral M A, 211
Barreiro N, 391
Barrera D, 191
Barrera M, 415
Barrero C, 153
Barrionuevo M J, 413
Barrionuevo P, 397
Barrionuevo P A, 58, 297
Barth C, 194
Bastida K, 149, 287, 288
Bava A, 416
Bazzano F, 272, 274
Bea E A, 381
Becchio V, 131
Bechthold P, 373
Beer E, 288
Belardinelli R, 218, 226, 229
Belletti G, 349
Bellomo G, 70, 176
Belmonte F, 130
Bendersky A, 172
Benedetti P, 199
Bengió S, 356
Benitez F, 236
Benito J G, 315, 319
Bergé G, 287
Berli C, 313
Berli C L, 313
Berli C L A, 315
Berté A, 46
Bertini E, 130
Bertoldi D S, 357, 358
Bertolotto J A, 126–128, 150
Bertoluzzo M G, 124, 129, 131
Bertoluzzo S M R, 124, 129, 131
Bertou X, 243
Bettera Marcat M A, 228
Bher A R, 186
Biasetti A, 340
Bidroux G, 343
Biedma L, 256, 257
Billoni O, 219
Billordo Peres C, 296
Binda L, 312, 318, 322
Binda L D, 312
Bizzotto M A, 168, 175
Blanc A V, 389, 403
Blanco D, 115, 239
Blanco F, 306, 311
Blengino Albrieu J L, 158, 228
Blesio G G, 201
Bloj M, 11
Bobadilla J I, 190
Bocaccio H, 127
Boeris V, 388
Boette A, 69, 173, 174
Boglione S, 147
Boix A, 194
Bojorge C, 336, 379
Bolcatto P, 194, 326
Boll D I R, 36, 252
Bonaparte J, 43
Bonazzola C, 397
Bonesso M A, 145
Bongiovanni M V, 263
Bonín C J, 213
Bonomo N, 270
Bordakevich S A, 405
Bordcoch M, 237, 239, 240
Bordón P, 273
Borondo F, 246
Borsa I, 116, 240
Borsoi P, 54, 290
Bosyk G M, 70, 176
Boudard M, 84, 348, 419
Brabat M, 304
Branda M M, 149
Braschi F, 332, 337
Bravo S, 145
Bridoux G, 212, 366, 371, 376
Briduox G, 374
Bringa E, 332, 337
Brizuela H, 33, 137, 333
Brizuela M, 166
Brondino C D, 210
Bruchhausen A E, 112, 395
Bruno L, 306
Bruzzone H, 305
Buceta R C, 201
Buchini Labayen A C, 223
Budini N, 109, 113, 313, 372, 391, 398
Buljubasich L, 37, 71, 170, 253
Bullo D E, 270
Bulnes F M, 227
Burgesser R E, 42, 276
Burgos F, 236
Buriek F, 48
Bustingorry S, 103, 201, 203, 205, 208, 234
Bustos H D, 127
Bustos N C, 229

Caballero N B, 201, 208, 232
Cabana N, 194
Cabello C, 261
Cabeza G, 144, 178
Cabeza G F, 341
Cabra D C, 208
Caceres M O, 177
Cachile M, 63, 66, 304, 309, 316, 317
Cachile M A, 62, 317
Calderari L F, 396
Calfin N, 262
Calzetta E, 233
Camacho A, 183
Campenni V, 47
Campero E V, 413
Campise F, 98
Campo M G, 127, 128
Candia A, 344
Cánepa H, 379
Canosa N, 151, 173, 175, 177
Cantargi F, 163
Cantero E, 193
Canzonieri S, 184
Cao D, 397
Capeluto M G, 400, 402
Capoferri B d C, 146, 147
Capurro O, 164
Capurro O A, 167
Caputo M C, 249
Caram J, 372
Caravaca M A, 79, 345
Carballo J M, 379
Carbone N A, 107, 141, 158, 395, 399
Carbonetto S, 293
Carcione J, 271
Cardillo E, 417
Cardona M A, 164, 167
Care D A, 335
Cariatore D, 249
Cariatore N D, 250
Caridi I, 218, 232
Carignano M, 232
Carla B, 34, 139
Carlevaro C M, 51, 217, 299
Carlos Z, 34, 139
Carlotto J I, 167

Carmona F, 271, 278
Caro G, 412
Caroca-Canales N, 364
Carrera A, 108, 406
Carreras A, 88, 182
Carreras A C, 185
Carrillo M, 166, 346, 351
Carrión S M, 330
Casal M, 301
Casali R A, 79, 87, 338, 345
Casini H, 115, 239
Castellano G, 88, 182
Castellini H, 55, 131, 289
Castro F J, 184
Castro Luna A M, 356
Castro M L, 141, 152
Castro M N, 58, 295
Catalini G, 380
Catania C, 280
Cejas Bolecek N R, 364, 367
Cencha L, 313
Cencha L G, 313, 378
Centres P, 230
Centres P M, 230
Ceolin M, 93
Ceppi S, 85, 326
Cerezo de la Roca M V S, 175
Cerezo M, 69, 174
Cerutti G, 164
Cespedes G, 356
Chacoma A, 105, 231
Chattah A K, 71, 170
Chavero L, 347
Chertcoff R, 66, 308
Chesta M A, 49, 291, 293, 303
Chiarpotti M V, 56, 291
Cimadoro J, 195
Ciocci Brazzano L, 386
Civitarese O, 168
Clará R, 260
Clauser C F, 65, 307
Cobelli P, 306, 311
Cobos D B, 52, 294
Cocco M, 401
Codnia J, 111, 410
Coiro J A, 414
Colavecchia F, 257
Colavecchia F D, 256
Collet C, 248
Collin S, 201, 203, 208
Colman M, 284
Colman-Lerner A, 101, 231
Colombo E, 134
Colombo E M, 393
Colombres C, 124, 129
Comastri S A, 109
Comedi D, 18, 76, 334, 346, 349–351, 353, 383
Conde Garrido J M, 190, 198, 414
Condó A, 343
Corbat A A, 132
Cordeiro Ballesteros D C, 248, 257
Córdoba J D, 340
Cornejo J N, 153
Cornes F, 221
Cornette V, 104, 182, 190
Corral G M, 128
Correa P G, 309
Correa V F, 209
Corregidor Carrió D, 396
Corro I, 360
Cortés Maldonado R, 367, 370
Cortés-Maldonado R, 366
Corti M A, 57, 301
Cottenier S, 327
Cremades P, 145, 264
Crepy A, 308
Crespo E, 332, 337
Cruceno J, 312
Cuellar Berrio I P, 314
Cuellar I, 62, 311
Cuenca E, 384
Cuenca M B, 97, 130
Cuestas E, 69, 174
Cuetas E, 68, 171
Cuevas M, 411
Curiale J, 103, 201, 203, 208, 234

D Arrigo M, 55, 300
D'Accurso V, 111
D'Accurso V, 410
Dain S, 117, 238
Dalosto S, 349
Dalosto S D, 210
DAngelo M V, 62, 66, 304, 306, 308, 317, 322
DAngelo V, 63, 309, 316
Danielsen K, 413
Daoudi K, 84, 348
Darriba G, 327
Dávila M V, 223
de Barbará E, 164, 167
de Haro Barbás B F, 151
De Jesús J, 78, 333
de la Vega M, 267
de Paul Camacho A G, 409
de Rosa H, 163
de Rosas J, 163
De Rosas J P, 277
de Rosas J P, 34, 139
de Sanctis M L, 259
De Sousa Meneses D, 82, 214
De Virgiliis A, 381
Debais G, 415
del Campo L, 82, 214
Del Popolo M G, 88
Delgado Mons R, 34, 139, 190
DElia R, 279
Della Ceca L, 267
Della Picca R, 39, 189, 248, 254
Deluque Toro C E, 212
Demaría C S, 235
Depetris N, 148
Depine R A, 392, 407, 411
Devia C, 126
Di Barbaro M, 169
Di Bella J P, 101, 231
Di Donato A, 43
Di Filippo J M, 390
Di Liscia E J, 354
Di Luozzo N, 419
Di Pietro Martínez M, 201
di Prátula P, 417
Di Prinzio C, 41, 265
Di Prinzio C L, 40, 263, 276
Di Tullio M, 402
Diaz C A, 191
Díaz D J, 368
Díaz E N, 181
Díaz G B, 340
Diaz M E d V, 281
Díaz M E d V, 274
Díaz M I, 402
Díaz Salazar M, 418
Díaz W O, 417

Diego F, 367
Diez J, 62, 152, 311
Diez J A, 314
Digilio A, 149
Disalvo A, 133, 136
Dobry A O, 329, 333
Dolz M I, 207, 370
Domenichini P, 343
Dominguez C, 89, 384
Dominguez D O, 403
Domínguez D O, 389
Dominguez G, 46, 282
Donnarumma P, 323
DOnofrio A, 312, 322
DONOFRIO A G, 312
Donofrio A G, 318
Dorso C, 106, 165, 221, 226
dos Santos G, 225
Dotti G, 118, 122
Douarche C, 308
Dran M, 365
Druetta E, 41, 265
Duarte Pastorino L, 238, 242
Duchowicz P R, 266
Dworniczak J C, 277
Dwornizack J C, 279

Echarri R, 321
Echegaray A L, 141
Echegut P, 82, 214
Egloff D, 70
Eguia S, 162, 166
Eiroa E F, 162
El Hasi C, 312, 318, 322
El Hasi C D, 321
Elguero J, 249
Elias A G, 272, 274
Elias F, 210
Elizalde E, 32, 140, 315
Epeloa J, 312, 333
Ern P, 62, 317
Errico L, 77, 269, 327, 328, 375
Errico L A, 86, 204
Espector N, 125
Espíndola O, 349
Esquinazi P, 371
Esquivel H, 281
Estrada L, 111, 403
Etcheverry M E, 57, 301

Fabre I, 257
Faccio R, 356
Facelli J C, 324
Faigón A, 293
Fainstein A, 112, 395, 401
Fainstein P, 43
Fajardo J E, 51, 299
Farengo R, 65, 307, 320
Farias De La Torre E, 148, 150
Farias de la Torre E, 147
Farrher G, 46
Fasano Y, 363, 366, 367, 370
Fasoli H J, 187
Fejfar A, 76, 353
Felisberto M, 84, 355
Felisberto M D, 379
Fernández Aguirre I, 201, 203, 208
Fernandez Bordin S, 182
Fernandez Bordin S P, 88
Fernandez D, 318
Fernandez D M, 322
Fernández de Campra P, 262
Fernández Galván E, 284, 413
Fernández Guillermet A, 357, 358
Fernández J, 155
Fernández J R, 325, 361
Fernández L A, 158
Fernandez Leyes M, 384, 385
Fernández Leyes M, 386
Fernández Miconi E, 89, 384, 385
Fernandez R, 264, 279
Fernández Tío J M, 118, 122
Fernandez V, 327
Fernández-Alcázar L, 171
Fernández-Leyes M D, 89, 382
Ferraresi-Curotto V, 246
Ferrari H E, 320
Ferrari V, 194
Ferraro M B, 324
Ferreira J M, 138
Ferrero H, 394
Ferreyra F, 34, 139
Ferreyra J, 371
Ferreyra J M, 374, 376
Ferreyra J P, 158
Ferreyra R A, 43
Ferreyra-Ortega M A, 171
Ferron A, 71, 171, 176
Ferrón J, 344
Fidalgo L, 405
Field C H, 166
Fierens P I, 94
Figueroa Aguirre G, 162
Figueroa C, 33, 137, 376
Figueroa C M, 74, 377
Filippin F, 181, 192
Fiore M, 265
Fiorini F, 115, 243
Fischfeld G J, 165
Flores F G, 407
Flores Marozzi D, 401
Flores Zavala M, 379
Focke P, 250
Fojón O, 259
Fojón O A, 36, 252, 255
Fontana M, 373, 419
Fontana M R, 150
Fontanals M, 183
Forcone M V, 158
Fornaro O, 358
Forte G, 286
Fortin S, 159, 160
Forzani L, 202, 213, 378
Fraiman B, 365
Franco D G, 366
Frank G, 221
Franzoni M E, 273
Frechero M, 144, 417
Frechero M A, 335
Freire M M, 267
Freitas N, 72
Freytes M, 63, 306, 309, 316
Freytes M V, 62, 304, 317
Frías M d l A, 133
Fuentes S, 339
Fuertes M C, 78, 80, 205, 352
Fuhr J, 193
Fuhrer M, 148
Furlong O, 199
Furlong O J, 195

Gabriel M, 111, 403
Gaiero D, 262
Galassi M E, 301

Galay E F, 168, 169
Gallay P, 383
Galván V, 88, 182
Gamba N S, 196
Ganduglia-Pirovano M V, 194
Garagiola M, 68, 69, 171, 174
Garavaglia M, 57, 301
Garbarino G, 81, 342
García A R, 49, 291
García Blanco A A, 199
García Ciani F, 320
García E, 179
García Fernandez T, 260
García Inza M, 293
García Martinez P, 65, 307
Garcimuño M, 141, 152, 158
Garea M T, 143, 150, 390
Garrido González J M, 314
Garriz A, 287
Gastien R, 360, 368
Gavilan Arriazu M, 183, 228
Gaztañaga F, 373
Gazza C J, 201, 329
Geibel C, 364
Gennari F C, 196
Gennaro A, 202
Gennaro A M, 213
George J, 201, 203, 208
Gerbino D, 135
Gervasoni J L, 185, 198, 247
Geser F, 50, 298, 302
Ghersi I, 54, 290
Giannonne M L, 147
Giarmana G, 288
Gigena N, 69, 174, 177
Gigena N A, 68, 173
Gil Rebaza A, 327
Gil Rebaza A V, 77, 212, 269, 328, 375
Gilles F, 99
Gilles F M, 387
Giménez M C, 103, 233, 341
Giménez M L, 293
Gingins M, 392, 407
Giovachini R, 305
Giovenale N A, 177
Giunta P, 142
Givré A, 100, 225
Gleiser R J, 118, 242
Gloria C, 165
Goijman D, 202
Goldberg E, 179
Goldberg E C, 192
Gollan F, 164, 167
Golmar F, 373
Gomba J M, 309, 310, 314
Gómez Albarracín F, 86, 204
Gomez Albarracin F A, 102, 208, 220, 224
Gómez B, 333
Gómez B J, 156
Gomez B J A, 312
Gomez C, 50, 302
Gomez Carrilo C, 179
Gómez López A d R, 92, 384
GÓMEZ M M, 31
Gómez M M, 154
Gomez Marigliano A C, 260, 413, 417
Gómez Marigliano A C, 157, 285
Gomez R, 229
Gómez S, 44
Gomez S S, 171, 176
González A, 62, 311
González A G, 314
González Dondo D, 148
Gonzalez E A, 373
Gonzalez F, 81, 371
Gonzalez G, 13, 19
González G d L, 275, 281
Gonzalez J, 332
González M, 344
Gonzalez M G, 201
González R, 311
González S, 301
González-García A, 181
González-Hernández R, 181
Gonzalez-Sprinberg G A, 242
Goyanes S, 84, 195, 355
Goyanes S N, 400
Gramajo A A, 39, 248, 254
Granja L, 80, 202, 352
Granja L P, 78, 205
Grassi M, 201, 203, 208
Gravielle M S, 189
Grecco H, 100, 225
Grecco H E, 132, 136
Grigera S, 223
Grinberg H, 245
Grizzi O, 193
Grondona D, 64, 318
Gross D, 12, 19
Gross P, 416
Grosse C, 13
Grumel E, 261
Grunhut V, 263
Grynberg M D, 220
Guérin D M A, 149
Guerra L, 401
Guimpel J, 15, 365–367
Guisandez L, 219
Gulich D, 105, 219
Guller F, 211
Gulotta F, 183
Gutierres Ayesta C, 354
Gutierrez J A, 106, 223
Gúzman R, 75, 330

Haberkorn N, 343, 360, 362, 365
Halac E B, 354
Hallberg K A, 76, 329
Hanselaer P, 134
Heredia E, 379
Heredia P, 51, 295
Heredia T, 272, 274
Hermans S, 134
Hernández García L, 417
Hernandez Saez C L, 322
Hernández-Nieves A D, 181, 331
Herrera Mateos J, 407
Herrero Maeso J J, 128, 150
Hnilo A, 394, 397, 405, 406, 408
Hofer A, 264, 279
Hojman D, 164, 167
Holik F, 70, 159, 176
Holldack K, 82, 214
Horas J A, 289
Huck H, 354
Huck Iriart C, 354
Huespe J, 154
Hulin J, 309
Hulin J P, 66, 308, 317
Hývl M, 76, 353

Ibañez Bustos R V, 207
Ibañez I, 169
Ibarra R, 163
Id Betan R M, 163
Iemmi C, 177, 401
Iglesias A, 32, 140
Iglesias García A D J, 192
Iglesias J, 12
Iguain J L, 220
Ingrassia R, 388
Insausti J, 199, 283, 284, 287
Iparraguirre L M, 146
Ippolito I, 66, 308, 319
Irastorza R, 217
Irastorza R M, 51, 299
Iriarte D, 152
Iriarte D I, 107, 395, 399
Irurzun A, 152
Issolio L, 58, 297
Issolio L A, 409
Iuman L, 283
Iurman L, 199, 284

Jaén M, 396
Jagla E, 367
Jagla E A, 220
Janyistabro C, 183
Jasen P, 373
Jerez A M, 281
Jerez Fanciotti C A, 166, 346
Jerez M A, 274
Jeudy V, 201, 203, 208
Jiménez M J, 341
Jorge G, 207
Jorge G A, 364
Juan J, 373
Juárez G, 237

Kang R, 138
Kaufman B, 102, 222
Keim G, 284
Kielbowicz A A, 405
Killoran N, 70, 169
Kingston D, 419
Kirschbaum C, 48
Knees P, 413
Knoll L T, 400
Kociubczyk A I, 369
Kolton A, 203, 370
Kolton A B, 201, 208, 220, 366
Konczykowski M, 363, 367, 370
Kondratiuk N, 418
König P G, 94
Konverski P N, 239, 240
Kornblit F, 26
Koropecki R, 202
Koropecki R R, 213, 378
Kovalsky M, 394, 397, 405, 406, 408
Kowalski A M, 72, 176
Kozameh C, 237
Kozameh C N, 237
Kramer G R, 368
Kreiner A, 16
Krimer N, 164, 404
Kristukat C, 43
Kropff E, 133
Kruber S, 46
Krygier D, 405
Kupczewski M, 155, 262
Kuperman M, 105, 227, 231

Laguna F, 227
Lamagna F, 233
Lamas C, 210
Lamas D, 348
Lamberti P W, 70, 176
Lanata J L, 227
Landau S, 122
Landínez Téllez D A, 212
Laneri K F, 106, 223
Lanoël L, 138, 366
Lanzoni S, 124, 131
Larocca M, 400
Larocca P A, 265
Larotonda M, 403
Larotonda M A, 110, 393, 400, 405
Lazarte M, 417
Leal N S, 280
Leani J J, 245
Ledesma S, 177, 400, 402
Leguizamon C, 175, 239
Leguizamón G N, 130
Leiva E, 85, 228, 326
Leiva L, 209
Lejaeghere K, 327
Lemus V, 358
Lencina M M S, 89
Leston M, 115, 239
Levitán D, 142
Levy P, 80, 352
Leyva A G, 78, 81, 333, 342
Leyva G, 202, 348
Lhuillier K, 277
Linares D, 191
Linares D H, 225
Linares Moreau M, 80, 352
Lipovetzky J, 293
Lisandrini F T, 156, 201, 329
Lizarraga A M, 215
Llamedo Soria P, 277
Llera M, 137, 207
Llera M Á, 152
Llois A M, 194, 211
Lobos A M, 329
Lode A U J, 369
Lomba E, 15
Londero* C, 55, 300
Longhino J, 293
Longone P J, 200
López A, 408
Lopéz C, 277
López C A, 160
López Córdoba A F, 195
Lopez de Mishima B, 228
Lopez Días G, 218
López E, 267
Lopez Grande I, 403
Lopez Grande I H, 400
López Grande I H, 110, 393, 405
Lopez M B, 187
López M B, 330, 340
López M L, 41, 275
López Mir L, 80, 352
López N M, 52, 292
Lopez R, 104, 182
López R, 190
López S, 35, 254
López S D, 258
López Villa A, 314
Lorenzo A, 93
Lorite I, 371
Losada M, 159
Lowther J E, 79, 345
Lozano R F, 283
Lubaroff R, 99
Lucaioli A, 199, 283, 284, 287
Lucero D H, 51, 295
Luda M, 410
Luengo J, 63, 309, 316
Luna C R, 373
Luna D, 18
Lund A M, 324
Luque L, 223
Luque M Y, 42, 276
Lusi A, 278

Mac Intyre J R, 309, 310, 314
Maestri L, 413
Magnoni A G, 110, 393
Magrán M, 145
Maiz S, 287
Makinistian L, 45, 126, 135, 338, 339
Malano F, 50, 302
Maldonado A, 178
Maldonado A F, 251
Mamaní M, 154
Manavella E C A, 242
Mandrilli P, 279, 280
Mangussi F, 415
Mangussi M J, 166
Manterola S, 232
Manuel L O, 201
Manzi S, 226, 229
Manzi S J, 195
Manzur J O, 180, 418
Marconi V I, 90, 381
Marczynski E, 182
Margarit D, 414
Mariano A, 183, 184
Marín O, 349, 351
Marino M, 310
Marquez A, 63, 64, 305, 318
Marti G V, 164
Martiarena M L, 193
Martín-Palma R J, 313
Martinelli H, 348
Martinelli H P, 273
Martínez Bogado M, 418
Martínez E, 80, 352
Martínez F, 251
Martinez F A, 38
Martínez L P, 78, 205
Martínez M, 141
Martini L, 36, 252
Martino R, 322
Martino R G, 310, 320
Mártire D, 235
Martorell P V, 92, 384
Marziali Bermúdez M, 365
Marzocca A, 386
Mascareño S L, 130
Massa N E, 82, 214
Matar M, 141
Matera J, 173
Matera J M, 70, 151, 169
Mato G, 105, 231
Matoz Fernandez D, 230
Matoz-Fernandez D A, 189
Mattea F, 50, 302
Matteo C L, 386
Maximiliano T, 417
Mayer L, 129
Mayorga F, 332
McDonnell D J, 303
Mechetti M, 92, 384
Medina C, 157
Medina F, 263, 272
Medina Naessens R N, 260
Medina Ovando A, 314
Medus A, 106, 226
Melo J I, 251
Melo Quintero J, 327
Melo Quintero J J, 86, 204
Méndez C M, 368
Mendez E, 332
Mendoza Herrera L J, 261
Mendoza L J, 108, 406
Mendoza Zelis L, 340
Menéndez C, 135
Mercuri L, 400
Merlo M A, 332
Meyer M, 340
Meyra A G, 388
MiškoviẐ L, 185
Micheletti M I, 267
Milanese M, 305
Milano J, 205
Milchev A, 96
Millán E, 357
Minazzoli C, 63, 309, 316
Mingolla G, 149, 287, 288
Mininni P, 67, 321
Miño G, 90
Miño G L, 96
Miralles M, 54, 290
Miravet D, 326
Mirenda M, 164, 404
Mishra S, 327
Mitnik D, 189
Mochán W L, 108, 411
Mojica Sepulveda R D, 261
Molina L, 152
Molina M L, 263, 281
Monaldi A C, 113, 389, 398, 403, 407
Monardez G N, 145
Monge D, 280
Monjeau A, 227
Montani R, 335
Montaño J, 147
Montes M L, 269
Montes P, 356
Monti F, 84, 347, 355
Monti G, 98
Monti J M, 249
Montoro S, 344
Morales C L, 274
Moraña L, 389
Moreno A, 418
Moreno A D, 180, 270, 363, 418
Moreno G A, 287
Moreno M, 356
Moreno Maldonado A C, 285
Moretti B, 136
Morgade C, 178
Morini M, 133
Mosquera Polo A, 212
Mougin A, 203
Mudarra Navarro A M, 77, 328, 375
Mugetti P, 52, 294
Mulone C, 113, 398
Muñetón Arboleda D, 235, 377, 378
Muñoz J C, 139, 140, 160
Muñoz M, 261
Muñoz R, 286
Murgida G, 194, 246
Mussari L, 184
Musso G M, 403

Narambuena C, 224
Narambuena C F, 221, 388
Navarrete F, 198
Navarrete F O, 248, 257
Navarro S, 130
Navarro Sánchez J L, 331, 370, 376
Nazarro M, 34, 139
Nazzarro M S, 199
Negre C, 341
Negri A, 164
Neuman N I, 210
Nguyen J, 308
Nieto Peñalver C, 92, 384
Nieva G, 365, 366
Nieva G L, 360, 362
Nieva J E, 244
Nieva J L, 168, 169, 175, 236, 239

Niz A E, 266
Nizama M, 177
Nonaka M, 406
Nores Pondal F, 142
Nuñez Barreto N, 78, 205
Núñez Fernández Y, 76, 329
Nuñez H, 379
Núñez J M, 285
Nuñez L, 332

Obando J, 48
Ocal C, 80, 352
Ochoa N A, 189
Oda Y, 243
Oger L, 319
Ojeda S M, 293
Olbrich R, 194
Olego Tiscornia J M, 64, 318
Olguin O, 52, 294
Olguín O R, 289
Oliva F, 245
Olivares J, 34, 139
Onnis L, 267, 271
Orendt A M, 324
Orozco M, 184
Orte F, 271, 278
Ortega R G, 237, 239
Ortiz E d V, 246, 266
Ortiz G, 296
Ortiz G P, 108, 411
Ortiz O E, 117, 238
Osella A, 263, 267
Osenda O, 68, 69, 171, 174, 176, 177
Oszwaldowski R, 337
Otero M, 85, 326
Otranto S, 250
Ovejero M, 33, 137
Oviedo O, 228

Pacheco A, 164
Pacheco A J, 167
Pagan C, 256
Paganini I, 91
Pagola G I, 324
Pampillo L G, 150
Paniagua M, 279
Pardini P A, 141
Pardo Pintos A J, 64, 318
Paredes C, 75, 330
Parisi D R, 94
Parodi M Á, 141
Pascuet M I, 361
Pasinetti P M, 223, 227, 230
Pasquale M A, 57, 301
Pasquevich G A, 212
Pasquini G, 365
Passanante S, 202, 206
Passeggi (h) M C G, 344
Pastawski H M, 71, 170, 171
Pastorino C, 99, 206
Pastoriza H, 207, 363, 415
Patterson G A, 94
Paulin M A, 81, 342
Pautrat A, 366
Pavlov L A, 62, 317
Paz Filgueira C, 58, 297, 393, 397
Paz Zanini V, 183
Peano M, 159
Pedernera D A, 41, 275
Pedraza L, 216
Pedrazzini P, 363, 364
Pedroni V, 133
Pellizza L J, 386
Peltzer y Blancá E L, 77, 328, 375
Peña G A, 49, 291
Pendino A M, 241
Pennna A, 34, 139
Pepe Weigel E, 149
PERALTA J, 169
Peralta J, 175
Perazzo C A, 310, 314
Perea Acosta J D, 211
Peressutti J, 242
Peretti G, 282
Pereyra R, 382
Pereyra V, 218, 226, 229
Pérez A L, 210
Perez De Heluani S, 212, 371
Perez Heluani S, 376
Perez Ipiña J M, 306, 311
Pérez L, 143
Perez L I, 150, 390, 412
Perez M D, 81, 371
Pérez P, 249
Perez R, 14
Pérez S, 343
Perillo P, 415
Perino E J, 230
Perito I, 172
Perlin M, 121
Perotti J I, 219
Pesa M, 145
Petukhov A G, 337
Pezzutti A, 380
Piacentini R D, 267
Picasso R, 26
Picó G, 131
Pietrasanta L, 97, 130
Pinasco J P, 218
Pinto O, 136, 183, 228
Pisani P, 138
Piva M, 310, 320
Plastino A, 234
Plenasio Giménez A, 158
Plenio M B, 70, 169
Poggio Fraccari E, 142
Politis M, 259
Poma A L, 49, 291, 293, 303
Pomarico J A, 107, 395, 399
Pomiro F, 103, 234, 344
Ponce C A, 79, 345
Ponce De León P, 55, 289
Pont F, 69, 174
Pont F M, 68, 171
Portesi M, 70, 176, 217
Portillo G, 145
Portu A, 125
Pozo M A, 49, 291
Prieto D, 148
Prina I, 37, 253
Proetto C, 326
Provasi P F, 249
Pugnaloni L, 151
Puliafito E, 264
Pulido M, 40, 278
Purrello V H, 220
Pury P, 381

Quel E, 277, 279
Quintana J P, 63, 305
Quinteiro G F, 335
Quintero M, 202, 206
Quinteros R A, 244
Quinzio B I, 146, 147
Quiroga E, 189
Quiroga E H, 277
Quiroga J, 277
Quiroga J M, 145
Quiroga P, 169
Quispe R, 148

Rabal H J, 403
Rago Méndez J, 391
Raineri M, 256
Ramirez A J, 230
Ramirez L S, 230
Ramirez M A, 121
Ramirez Pastor A J, 221, 223, 225, 227

Ramirez Pastor J A, 388
Ramirez-Pastor A J, 189, 230
Ramirez-Pastor J A, 224
Ramos C, 202, 203, 210
Ramos S, 178, 337, 358
Randazzo J M, 256, 257
Ranzuglia G, 226, 229
Ravazzoli P, 62, 311
Ravazzoli P D, 314
Raviolo S, 332
Razzitte A, 324, 419
Re M, 52, 145, 229, 292
Real S, 334, 349
Rebón L, 177
Redin G, 293
Reginato J C, 228
Reichling M, 194
Reinoso M, 354
Remaggi L, 203
Renzi D G, 217
Repetto C, 277, 279
Repetto C E, 141, 156
Reves Szemere J, 133
Reyna Almandos J, 256
Reynoso E M, 123
Reynoso N, 277
Ribba L, 195
Riberi F, 364
Ribetto F D, 158, 379
Riccardo J J, 34, 139
Richard D, 356
Ricón R, 147
Ridolfi A B, 221
Rim D, 145
Rinaldi C, 336
Rindizbacher H, 312
Riobó L M, 390
Ríos A B, 53, 298
Rios Rubiano C A, 189
Ríos V H, 275, 280, 281
Riquelme B, 55, 131, 289, 300
Risaro M, 111, 410
Riso M, 392, 407, 411
Ritacco H, 89, 382, 384, 385
Ritacco H A, 386
Rivarola R D, 249, 255
Rivas R, 278
Rivera-Julio J, 181, 331
Rizzi A C, 210
Rizzotto M G, 277, 289
Roa-Rojas J, 212
Roatta A, 141
Roble M B, 153
Robledo C, 85, 326
Robledo F E, 273
Robledo J I, 163, 245
Rocca J, 373
Rocca M C, 234
Rodas C J F, 40, 278
Rodrigues D, 164, 167, 404
Rodríguez D, 415
Rodriguez G, 46
Rodríguez G G, 286
Rodriguez H, 404
Rodriguez L A, 108, 411
Rodríguez M C, 240
Rodríguez Melgarejo D, 365
Rodríguez Sotelo S J, 338, 339
Rodriguez Torres C, 212
Rodríguez Torres C, 86, 204, 371
Roederer J, 21
Roht Y L, 66, 308
Rojas T A, 168, 169, 175, 236, 237, 239, 240
Rojas-Sanchez J C, 203, 208
Rojas-Sánchez J C, 201
Roldan T, 51, 295
Romá F, 200
Romá F J, 207
Romano S D, 284, 413
Romero C M, 92, 384
Romero E, 282
Romero G G, 389, 403, 407
Romero I, 238
Romero J A, 46
Romero M, 356
Romero R H, 171, 176
Roncaglia A, 172
Rosales A, 155, 262
Rosales D, 86, 204
Rosales H D, 102, 208, 220, 224
Rosen M, 63, 309, 316
Rosenberger M R, 180, 186, 270, 363, 418
Rossia A N, 249
Rossignoli R, 68, 69, 173–175, 177
Rosso F, 115, 239
Roux P, 153
Rozenfeld A F, 105, 219
Rozicki R S, 369
Ruano G, 344
Rubi D, 202
Rubio D, 321
Ruda M, 337
Rufeil Fiori E, 95
Ruiz M S, 324
Rumi G, 363
Rusconi R, 96

Sacanell J, 78, 81, 333, 342, 348
Saint André S, 74, 188
Saint Martin G, 125
Saintier N, 218
Salcedo Rodríguez K L, 212
Saldaño L, 51, 295
SALDIS N E, 31
Saldis N E, 154
Salgueiro W, 196
Salin D, 66, 308
Salinas J, 157
Sallago P, 316
Salvador J, 277
Sampayo O A, 238, 242
Sánchez C G, 341
Sánchez C M, 71, 170
Sanchez E A, 193
Sánchez F, 44
Sánchez F A, 121
Sánchez H J, 245
Sánchez J, 381
Sánchez M D, 354, 386
Sánchez Morales J F, 354, 386
Sanchez Plastic F, 287
Sánchez R F, 409
Sanchez Varretti F O, 221, 227, 388
Sanchez-Varretti F, 224
Sandá Seoane R M, 390
Sandler E, 318, 322
Sandoval J, 134

Sandoval Salinas C, 134
Sangiuliano F N, 94
Santa Cruz G, 59, 301
Santa Cruz L E, 270
Santiago G D, 143, 150, 344
Santillán J J M, 378
Santillán J M J, 377
Santisteban J, 44
Santorelli M L, 347
Santos E, 192, 339
Santos R, 264, 279, 280
Santucho Cainzo A, 396
Sapag K, 191, 199
Sapienza F F, 205
Saralegui S, 322
Sarkadi L, 257
Sarmiento Chavez A C, 367
Sarmiento G, 164
Sartarelli A, 137
Sauer S P A, 249
Savio M E, 266
Scaffardi L, 108, 406
Scaffardi L B, 235, 236, 377, 378
Scagliotti A, 152, 414
Schaigorodsky A, 219
Schiaffino P, 218
Schiavone F, 264, 279
Schinca D, 108, 406
Schinca D C, 235, 236, 377, 378
Schinder A, 133
Schinquel G, 148
Schmidt F, 144
Schmidt J, 360, 368
Schulman A, 84, 348
Schulz E, 382
Schuster J M, 180, 186
Schvezov C E, 180, 186, 363, 418
Schwindt C, 287
Scmidt F, 417
Sebastián L, 281
Segui S, 185, 198, 247
Seiler N, 40, 263, 276
Sepliarsky M, 323
Serafini P, 382
Sereni J G, 359, 364
Serra P, 68, 69, 102, 171, 174, 224, 232
Sesin P E, 112, 395
Severino R, 78, 333
Sevlever F, 101, 231
Sierra M B, 133
Sigaut L, 97, 130
Silkin V, 189
Silva B, 58, 297
Silva C M, 33, 148, 156
Silveira R, 147
Silveyra J M, 190, 198, 414
Simonelli G, 333, 343
Sirena M, 365, 367
Slamovits C, 144
Slezak V, 391
Soares Bahiano S, 124, 129, 131
Sola M, 417
Soler Illia G, 74, 188
Soler-Illia G, 80, 352
Solis L M, 193
Somacal A, 205
Somacal H, 53, 298
Sopracase R, 82, 214
Soria B, 261
Soria M, 396
Sorichetti P, 284, 344
Sorichetti P A, 386, 413
Sosa Flores C, 126
Spano M D, 360, 368
Sparacino J, 90
Stadler C S, 271
Stia C, 259
Stia C R, 156, 255
Stocker R, 96
Stoico C O, 217
Stoler Flores D, 41, 265
Straube B, 212, 343, 371
Strumia M, 50, 302
Stutz G E, 85, 326
Suarez S, 362
Suárez S, 249
Sujovolsky N E, 67, 321
Szewc M, 167
Szleifer I, 387

Ta Phuoc V, 82, 214
Tachino C A, 255
Tagliazucchi M, 74, 188, 387
Tagliazucchi m, 91
Takara A, 189
Tamasi M, 418
Tannure G, 19
Tannuré G A, 151
Tassone A, 267
Taylor M A, 269
Terny S, 417
Tielas D, 168, 369
Tinte S, 210, 349
Tirado M, 76, 334, 346, 349–351, 353, 383
Tocho J, 108, 406
Toderi M A, 55, 289
Tognana S, 196
Togneri M A, 167
Tomás K G, 127, 150
Tong Y, 193
Toranzos V, 296
Toribio M, 205
Toro C, 336
Toro M A, 283
Torre M S, 152
Torres Astorga R V, 277
Torres C R, 343
Torres P, 388
Torres Sánchez R M, 269
Toscani M, 408
Tosi E, 76, 353
Touron A, 405
Tripolone M C, 58, 297
Trivi M, 261
Trobo M L, 216, 381
Trumper A E, 201
Tsuchiya T, 84, 348
Turco F, 256
Tysoe W T, 195

Umazano J P, 126, 150
Umbricht G, 321
Uñac R O, 315, 319
Ureña M A, 198, 373
Urrutia I, 91, 206
Urteaga R, 109, 313, 315, 378, 391

Vaca Chávez F, 185
Valda A, 53, 298
Valdez L A, 87, 338
Valencia C, 411
Valente M, 50, 298, 302
Valenzuela Aracena K A, 319
Valladares D L, 277
Vallés E, 98
van der Velde G, 306
Varga J J M, 177
Vasallo Brigneti E, 202
Vasquez P M, 279

Vattuone N, 115, 243
Vedelago J, 50, 163, 302
Vega D, 63, 98, 202, 305, 380
Vega N, 334, 350
Veiras F E, 390
Velazco S, 157
Velázquez P F, 123
Velez Ibarra M D, 282
Venier V, 49, 291
Ventura A, 100, 225
Ventura A C, 101, 231
Vergara M, 401
Vericat F, 51, 217, 299
Vernieri J, 416
Vespoli Vega I, 184
Vidal E, 332
Vidales A M, 315, 319
Villa J, 415
Villafañe V, 112, 395
Villafuerte M, 343, 366, 371, 376
Villafuerte M J, 374
Villagrán López C, 330
Villagran M C, 52, 294
Villagrán Olivares C, 315
Villalba M, 122
Villar M, 98
Villarreal M F, 58, 127, 295
Villarroel-Rocha J, 191
Villavicencio F, 272
Vilte M d S, 283
Violante R, 267
Violi I, 80, 352
Viulleumier R, 259
Viva F, 81, 371
Vivas E, 417
Waks Serra M V, 141, 152, 395
Welti R, 156
Wilke N, 95
Winkler E, 203
Wio H, 11
Wolfram E, 271, 278
Wolfram E A, 279
Yamin Turbay C E, 130
Yapur F, 288
Yelpo V, 104, 182
Yunis R, 167
Zacco F, 150
Zalts A, 312, 318, 322
Zamar A C, 403
Zamora D J, 234, 374
Zandalazini C I, 337, 370, 376
Zanelli J, 17
Zanette D H, 100, 222, 415
Zapata G, 238
Zapata M C, 343
Zárate L M, 146, 147
Zarragoicoechea G J, 388
Zarycz M N C, 249
Zavala G, 25
Zaza C, 111, 403
Zelcer A, 78, 205
Ziegler D, 199, 283, 284, 287
Zorzi E, 144
Zossi M, 262
Zotto E, 262
Zozor S, 70, 176
Zuriaga M, 232