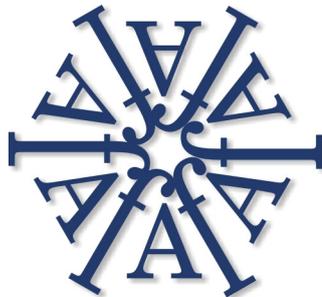


109^a Reunión Nacional
de la
Asociación Física Argentina

17 al 20 de septiembre de 2024
San Luis, San Luis, Argentina



Comisión Directiva de la Asociación Física Argentina

Presidente

Osenda Omar

Secretario

Alessi Mariana

Tesorero

Portesi Mariela

Vocales

| <i>Filial</i> | <i>Titulares</i> | <i>Suplentes</i> |
|---------------------|----------------------|-------------------|
| <i>Bariloche</i> | Cecilia Ventura | Analia Zwick |
| <i>Buenos Aires</i> | Gustavo Grimblat | Ignacio Urrutia |
| <i>Córdoba</i> | Hernán Calvo | Alberto Wolfenson |
| <i>La Plata</i> | Diego Rosales | Marcela Taylor |
| <i>San Luis</i> | Paulo Centres | Silvana Spagnotto |
| <i>Santa Fe</i> | Carlos Repetto | Evelina García |
| <i>Sur</i> | Juan Pablo Barrangú | Gabriela Cabeza |
| <i>Tucumán</i> | María Cecilia Zapata | Teresita Roldán |

Revisores de Cuentas

Arles Gil Rebaza

Nara Guisoni

Comité Organizador Local

Paulo M. Centres (*coordinador*)

| | |
|----------------------------------|-----------------------------|
| Benito Jesica Gisele | Delgado Mons Rodrigo Nahuel |
| Dos Santos Gonzalo | Linares Daniel Humberto |
| Longone Pablo | Makinistian Leonardo |
| Pasinetti Pedro Marcelo | Romá Federico José |
| Sapag Karim | Barrera Deicy |
| Cornette Valeria | Dolz Moira |
| Spagnotto Silvana Liz | Torres Astorga Romina |
| Torres Deluigi María del Rosario | Villegas Myriam Edith |
| Riccardo Julián José | Sirur Flores Anuar Yamil |

Estudiantes:

| | |
|------------------------------|---------------------------|
| Baigorria Julieta | Ferreyra Fernando Luis |
| Gonzalez Burnet Cain Mariano | Godoy Elena |
| Linares Gómez Juan Cruz | Lupi Casale Celia |
| Pepe Weigel Evelyn | Castillo Deblasi Josefina |

Y un gran número de docentes y alumnos del Departamento de Física de la Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas y Naturales (UNSL).

Comité Científico

Antonio José Ramirez Pastor (*coordinador*)

Norma Canosa (por la filial La Plata)

Omar Fojón (por la filial Rosario)

Julio Guimpel (por la filial Bariloche)

Verónica Marconi (por la filial Córdoba)

Eduardo Bringa (por la filial Mendoza)

Erlinda del Valle Ortiz (por la filial Catamarca)

Verónica Vildosola (por la filial Buenos Aires)

Norberto Castellani (por la filial Bahía Blanca)

Agradecimientos

El Comité Organizador Local de la 100ª Reunión Nacional de la Asociación Física Argentina expresa su agradecimiento a las autoridades de AFA Central, así como a los colegas de la Filial Tandil y Bariloche por su permanente apoyo y asesoramiento durante la organización. Se agradece también la colaboración de docentes y alumnos de grado y postgrado del Departamento de Física de la Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas y Naturales, Universidad Nacional de San Luis.

ÍNDICE GENERAL

| | |
|--|------------|
| Conferencias, Paneles, Mesas Redondas | 9 |
| Conferencias Plenarias | 11 |
| Charlas especiales y de Divulgación | 16 |
| Charla debate: Sub-comisión de Género | 19 |
| Asamblea general ordinaria | 19 |
| Reunión SubEF-IAPS | 20 |
| Mesa redonda y acto de cierre | 20 |
| Especial de IA y Machine Learning | 20 |
| Divisiones: Presentaciones Orales | 21 |
| Sesiones de Pósteres | 87 |
| Sesión I: Martes 17 | 89 |
| Enseñanza de la Física | 89 |
| Física Médica | 96 |
| Física Atómica y Molecular | 103 |
| Física Nuclear | 111 |
| Fluidos y Plasma | 115 |
| Partículas y Campos | 122 |
| Atmósfera, Tierra y Agua | 130 |
| Fundamentos, Información y Tecnologías Cuánticas | 135 |
| Fotónica y Óptica | 148 |
| Sesión II: Miércoles 18 | 161 |
| Industria y Tecnología | 163 |
| Materia Blanda (parte 1) | 179 |
| Materia Condensada (parte 1) | 185 |
| Mecánica Estadística, FNL y SC (parte 1) | 203 |
| Sesión III: Jueves 19 | 211 |
| Materia Blanda (parte 2) | 213 |
| Materia Condensada (parte 2) | 221 |
| Mecánica Estadística, FNL y SC (parte 2) | 241 |
| Índice Onomástico | 251 |

CONFERENCIAS PLENARIAS, CHARLAS ESPECIALES Y DE DIVULGACION

CONFERENCIAS PLENARIAS

MARTES 17

Conferencia Plenaria I 10:00–11:00 hs.

Auditorio Mauricio López

Modeling the Effects of Forces on Activated Processes

Wilfred T. Tysoe

Department of Chemistry, Wisconsin University, Milwaukee

The early modern physicists in the 17th century, Hooke, Boyle, Newton, focused on understanding the influence of forces on physical properties. In the early 20th century, the way in which forces perturbed thermodynamic equilibria was described by scientists such as Onsager and Prigogine. However, many important phenomena, from chemistry to sliding friction and viscosity, depend on activated processes, which occur by surmounting an energy barrier. This problem was first addressed by Prandtl in 1928 to analyze plastic deformations leading to deviations from Hooke's law, which could also be used to describe the rate of energy dissipation in frictional processes.

The rates of activated processes are described by chemists using transition-state theory. Here, the energy of the barrier of a chemical reaction relative to the initial state (the reactants) is known as the activation energy of some transition state from the reactant to the products. The reaction rate is proposed to be proportional to the proportion of the reactants in the transition state. For a system in thermodynamic equilibrium, where the energy varies as a Boltzmann distribution, this gives a rate that is proportional to $\exp(-E_a/RT)$, where k_B is the Boltzmann constant and T is the absolute temperature to give an Arrhenius temperature dependence.

In 1935, Evans and Polanyi developed a perturbation theory for the rates of activated processes based on the concepts of transition-state theory. While they used it to analyze the effect of a hydrostatic pressure on the rates of chemical reactions, the approach can be used to calculate the effects of any perturbation, including applied stresses and forces in general. This makes it an ideal approach for describing mechanochemical processes.

While mechanochemistry was first referred to about three millennia ago by Theophrastus, it is only recently that it has evolved into a viable and reproducible approach to chemical syntheses. In this talk, we should how Evans-Polanyi theory can be used to quantitatively describe the rates of mechanochemical reactions and illustrate how it can lead to the formation of products that are not accessible by just heating,

Conferencia Plenaria II 11:00–12:00 hs.

Auditorio Mauricio López

Aproximación entrópica a sismicidad por subducción

Eugenio E. Vogel

Departamento de Ciencias Físicas, Universidad de La Frontera, Temuco, Chile

La sismicidad por subducción se debe al deslizamiento de una capa o placa profunda de la corteza de nuestro planeta bajo una placa superior. Esto conduce a la colisión de las colinas verticales de las placas inferiores (enormes estalagmitas) con las colinas opuestas de las placas superiores (enormes estalactitas). La distribución de estalagmitas, estalactitas y espacios vacíos (llenos de gases) está llena de posibilidades cambiantes según el movimiento de las placas con velocidades relativas de unas pocas decenas de mm/año. Podemos definir un volumen de estudio dado por unos pocos grados de latitud, unos pocos grados de longitud y unas decenas de kilómetros de profundidad para estudiar la actividad sísmica regida por estados accesibles que vienen dados por la entropía del sistema. Por lo tanto, si $\Omega(c(t), f(t), e(t))$ es el número de estados accesibles en un momento dado, entonces $\log(\Omega(t))$ produce la entropía instantánea del sistema. Hemos descubierto que la entropía de Tsallis y

una entropía propuesta por nosotros muestran un comportamiento temporal interesante que permite caracterizar el comportamiento del sistema antes y después de los grandes terremotos. Se realiza la aplicación al terremoto de Mw 8.1 de Iquique (2014) y al terremoto de Mw 8.2 de Alaska (2021) encontrando similitudes y diferencias. Claros cambios entrópicos anunciaron el terremoto de Iquique, mientras que el régimen de réplicas en el caso de Alaska parece interminable luego de que la zona había estado muy tranquila hasta el Mw 7,8 que desencadenó el sismo (22 de julio de 2020). Se discute posible extensión de este tratamiento entrópico a otras zonas sísmicas.

MIÉRCOLES 18

Conferencia Plenaria III 09:00–10:00 hs.

Auditorio Mauricio López

Comportamiento magnético de nanohilos metálicos: importancia de la anisotropía efectiva

Paula Bercoff

FAMAF - UNC, IFEG-CONICET

La charla se centrará en el comportamiento magnético de nanohilos metálicos, destacando la importancia de la anisotropía efectiva. Se abordarán temas relacionados con la caracterización y determinación de los mecanismos de magnetización de materiales magnéticos nanoestructurados.

Conferencia Plenaria IV 10:00–11:00 hs.

Auditorio Mauricio López

3D-Networked Nanoparticles for Autonomous Computing

Rigoberto Hernandez

Department of Chemistry, John Hopkins University

La charla aborda los límites de escalabilidad de la tecnología VLSI convencional y la baja eficiencia energética de los dispositivos electrónicos actuales en comparación con las estructuras computacionales biológicas. Propone el uso de nanopartículas conectadas en redes de polímeros como una nueva clase de materiales para computación, que no se rigen por las reglas del VLSI convencional. Se resumirá el progreso en la caracterización de estos materiales y se presentarán las estructuras primitivas creadas computacionalmente hasta el momento.

Conferencia Plenaria V 11:30–12:30 hs.

Auditorio Mauricio López

XPCS in soft matter and biomolecular condensates at Cateretê beamline

Aline Ribeiro Passos

Brazilian Synchrotron Light Laboratory (LNLS). Brazilian Center for Research in Energy and Materials (CNPEM).

La charla se centrará en la técnica de espectroscopia de correlación de fotones de rayos X (XPCS) aplicada a la materia blanda y los condensados biomoleculares. XPCS es una técnica emergente que permite estudiar la dinámica de estos sistemas a través de las fluctuaciones en la intensidad de speckles de rayos X coherente.

JUEVES 19

Conferencia Plenaria VI 9:00-10:00 hs.

Auditorio Mauricio López

Dinámica de sistemas con muchas partículas: Desde los medios granulares a la materia activa

Diego Martín Maza Ozcoidi

*Laboratoire de Physique des Solides, Bâtiment 510
Université de Paris - 91405, France*

Se explorará la dinámica de sistemas con muchas partículas, abordando temas como la adsorción en superficies heterogéneas y los accidentes en situaciones de pánico. Se discutirá el concepto de “jamming” y “clogging”, destacando las interacciones disipativas y la exclusión de volumen en estos sistemas. El objetivo es presentar una perspectiva multidisciplinaria de los procesos que comparten características comunes a pesar de su naturaleza diferente.

Conferencia Plenaria VII 10:00–11:00 hs.

Auditorio Mauricio López

Nanoestructuras Autoensambladas de Péptido-Anfifilos: del Modelado Teórico a sus Potenciales Aplicaciones

Mario Tagliazucchi

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires (FCEN-UBA)

Se aborda el autoensamblado de nanoestructuras de péptido-anfifilos y sus aplicaciones como agentes antimicrobianos. Estas moléculas se autoensamblan formando agregados de diversas morfologías que presentan actividad antimicrobiana. Se tratarán aspectos teóricos y experimentales, incluyendo técnicas de caracterización y potenciales aplicaciones biomédicas.

Conferencia Plenaria VIII 11:30–12:30 hs.

Auditorio Mauricio López

From the metal halide perovskite playground: The physics of the temperature dependence of the fundamental gap

Alejandro Goñi

ICREA & Institut de Ciencia de Materials de Barcelona (ICMAB-CSIC), España

Metal halide perovskites are causing a paradigm shift in photovoltaics as well as light-emitting devices, displaying extraordinary performance despite being processed by scalable, low-cost, energy-saving solution-based methods. Their exceptional optoelectronic properties are often due to the peculiar interplay between the inorganic perovskite cage and the dynamics of cations loosely bound inside the cage voids. This makes that class of materials a true playground for exciting physical and chemical phenomena. From this playground, I have chosen for this talk a topic of fundamental as well as practical importance involving the underlying physics of the temperature dependence of the bandgap of these semiconductors.

Lead halide perovskites of the type $APbX_3$, with organic or inorganic A-site cation and halide substitution on the X site, exhibit an odd temperature dependence of their band gap compared to conventional tetrahedrally bonded semiconductors. In this talk, I will explain the reasons for such behavior and show how the effects on the gap renormalization stemming from thermal expansion and electron-phonon interactions can be readily disentangled by means of photoluminescence experiments as a function of temperature and high hydrostatic pressure. I will further point to a unique feature regarding the electron-phonon coupling in lead halide perovskites, which in some particular cases, manifests itself in an “anomalous” coupling between electrons of the inorganic cage and the translational dynamics of Cs cations in the cage voids. In this way, I aim to provide valuable insights into the primordial role of the electron-phonon interaction and A-site cation dynamics in the optoelectronic properties of such a fascinating type of materials like lead halide perovskites.

VIERNES 20

Conferencia Plenaria IX 09:30–10:30 hs.

Auditorio Mauricio López

Una perspectiva del rol de CyT en una visión sistémica de país

Vicente Campenni

INVAP

INVAP es una empresa que nace a partir de la iniciativa de un grupo física del Centro Atómico Bariloche. El desafío propuesto hace 47 años sigue siendo válido, el cuál es contribuir a la articulación de la academia y el sistema de CyT con los proyectos tecnológicos productivos. Cuando se participa del desarrollo de un proyecto tecnológico multidisciplinario se vuelve indispensable poner en valor la visión sistémica, cada uno de los actores, cada uno de los subsistemas que hacen al proyecto se evalúan y perfeccionan en función de un resultado a nivel sistema. Resulta evidente que, para alcanzar los requerimientos, tanto funcionales como de prestaciones, definidos a nivel sistema, se requiere que todos sus actores reconozcan esta premisa desde inicio del proyecto. Cuando analizamos sistemas sociales complejos la visión sistémica puede resultar más difícil de gestionar, inclusive de identificar, aun cuando resulte evidente la necesidad de lograr resultados que se den a nivel del sistema completo.

La charla propone compartir, a partir de mi experiencia en INVAP, una perspectiva de un ecosistema de CyT que incluya al sector de empresas y servicios con los cuales se relaciona.

Premio Giambiagi 2023 10:30–11:30 hs.

Auditorio Mauricio López

Optimización de blancos atómicos y moleculares en procesos colisionales

Alejandra Mendez

Departamento de Física, Universidad de Buenos Aires, Instituto de Astronomía y Física del Espacio (CONICET-UBA)

Entender mejor las interacciones y los procesos de colisión entre partículas multielectrónicas es clave en áreas como la astrofísica, la medicina y la tecnología de plasmas. Sin embargo, resolver la ecuación que describe la dinámica de estas partículas es extremadamente difícil. En esta charla, voy a presentar mi trabajo de investigación doctoral, donde se propusieron nuevas maneras de abordar estos problemas. A lo largo de mi trabajo, consideramos diferentes tipos de átomos y moléculas, desde los más simples hasta los más complejos, como los que forman parte del ADN. Utilizando enfoques innovadores, como la inversión de potenciales y la inferencia Bayesiana, logramos calcular con mayor precisión la estructura electrónica de estos sistemas, mejorando la calidad y eficiencia de los cálculos necesarios para entender estos procesos.

El Premio "Juan José Giambiagi" edición 2023 es otorgado a una tesis Doctoral en Física Teórica aprobada durante los años calendario 2021 y 2022. El proceso de evaluación fue coordinado por el Dr. Raúl Rossignoli y fueron postuladas siete tesis. Los miembros del Jurado son el Dr. Eduardo M. Bringa, la Dra. Renata Della Picca, la Dra. Nara Guisoni, el Dr. Juan Ignacio Perotti y el Dr. Pablo Ignacio Tamborenea.

El proceso de evaluación y selección se inició con el análisis de cada tesis por parte de dos especialistas pertenecientes al área temática correspondiente. En base a estas evaluaciones y luego de un amplio intercambio entre los miembros del Jurado, el mismo decide otorgar el Premio Giambiagi 2023 a la Dra. Marta Patricia Alejandra Méndez por la tesis titulada "Optimización de blancos atómicos y moleculares en procesos colisionales", dirigida por el Dr. Darío Mitnik en el Instituto de Astronomía y Física del Espacio, y defendida en el Departamento de Física de la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad de Buenos Aires.

La tesis ganadora del Premio tiene el especial mérito de que en ella se proponen nuevos métodos teóricos y se aplican varias metodologías numéricas que permiten obtener información precisa sobre la estructura electrónica de átomos y moléculas para su ulterior utilización en el estudio de procesos básicos de colisión. La tesis incluyó en forma pionera técnicas de aprendizaje automático ("Machine Learning") y en ella se ha desarrollado el "Método de Inversión Depurada" que permite resolver inconvenientes numéricos que afectan a los métodos de cálculo preexistentes.

Se introducen modelos estequiométricos con los que se enuncian reglas de escala simples y además se han propuesto notables mejoras en códigos de optimización de configuraciones electrónicas relativistas. Impresiona la fructífera actitud innovadora presente en cada uno de los subproyectos encarados como parte de la tesis, los cuales condujeron a originales propuestas en una amplia y diversa gama de temáticas de la física de colisiones atómicas. Las mejoras metodológicas propuestas poseen potencial en futuros estudios en ciencia básica y especialmente en aplicaciones en diversas áreas como reactores de fusión, radiobiología y física médica. La tesis dio lugar a un número excepcional de publicaciones y el impacto de las mismas en la literatura científica ya es notable.

Adicionalmente, el Jurado decide por unanimidad otorgar menciones especiales a las tesis de la Dra. Lucila Peralta Gavensky y del Dr. Pablo Germán Correa. La tesis de la Dra. Peralta Gavensky, titulada "Transporte cuántico en dispositivos híbridos superconductores con propiedades topológicas", fue dirigida por el Dr. Carlos Balseiro y defendida en el Instituto Balseiro - Universidad Nacional de Cuyo. Esta tesis se enmarca en el área de propiedades topológicas de la materia cuántica y en ella se estudian dispositivos basados en superconductores y en sistemas Hall, haciendo hincapié en el estudio de propiedades geométricas (fase de Berry) y topológicas, y en el comportamiento de estados de borde y de Majorana. La tesis fue seleccionada en el Instituto Balseiro para otorgarle una calificación "sobresaliente con mención de honor" se destaca la claridad y completitud de su redacción. El Jurado valora la trascendencia y actualidad de los problemas estudiados, la sofisticación de las herramientas y conceptos teóricos utilizados, la importancia y volumen de los resultados obtenidos y el valor didáctico de la presentación de los diferentes temas abordados. Asimismo, se destaca el número de publicaciones de muy buen impacto a pesar del corto tiempo transcurrido desde su aparición, en la elaboración de las cuales la tesista desempeñó un rol protagónico.

La tesis del Dr. Correa, titulada "Regímenes y estabilidad del flujo en junturas X", fue realizada en el Instituto de Física Arroyo Seco Roberto Grattón defendida en el Departamento de Física de la Universidad del Centro de la Provincia de Buenos Aires bajo la dirección del Dr. Juan Manuel Gomba. La tesis se estructura en dos líneas de investigación: la primera se centra en el estudio de los flujos en dispositivos microfluídicos destinados a la mezcla de especies líquidas y la segunda se enfoca en el estudio de microfluidos motorizados por efectos gravitatorios y/o termocapilares. Las dos publicaciones directamente emergentes del trabajo de tesis fueron publicadas en la revista Physics of Fluids como Editor's Picks. La tesis está inserta en un grupo que realiza simulaciones y experimentos, e incluye varias figuras mostrando excelente acuerdo entre las simulaciones y resultados experimentales propios para vórtices en junturas X que no han sido publicados todavía. El Jurado también destaca la excelente calidad de los gráficos presentados en la tesis. Es muy meritorio el hecho de que el Dr. Correa, con su fuerte independencia e iniciativa, jugó un rol importante en la consolidación del grupo de trabajo de Fluidodinámica, del que aún forma parte.

Por último, el Jurado desea felicitar a todas las personas que se postularon, sus directores y directoras, así como sus grupos de trabajo por la gran calidad de las tesis postuladas. El mérito es todavía mayor al habitual considerando que dichas tesis debieron ser completadas en momentos difíciles para toda la sociedad debido a la pandemia por el Covid-19, a los cuales la comunidad científica no fue ajena.

CHARLAS ESPECIALES Y DE DIVULGACIÓN

MARTES 17

Charla Especial 17:00–17:40 hs.

Auditorio Mauricio López

**Abriendo camino hacia las grandes instalaciones orientadas a usuari@S en Argentina:
El caso del Laboratorio Argentino de Haces de Neutrones**

Gabriela Aurelio

Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), CONICET, Argentina

El Laboratorio Argentino de Haces de Neutrones (LAHN) es un nuevo centro de investigación en la Comisión Nacional de Energía Atómica dedicado al estudio y caracterización de la materia por medio de técnicas neutrónicas. En el LAHN se utilizarán los haces de neutrones fríos y térmicos de alto flujo generados en el reactor argentino multipropósito RA-10, que está próximo a comenzar su operación en el Centro Atómico Ezeiza. El LAHN proveerá de herramientas experimentales de clase mundial para la investigación en un amplio espectro de áreas científicas y funcionará como un laboratorio internacional, de acceso abierto y orientado a usuarios y usuarias.

Las propiedades de los haces de neutrones fríos y térmicos, como su carga nula, momento magnético, rango de energías y longitudes de onda, los vuelven una sonda ideal para estudiar la estructura y la dinámica de los átomos, a través de experimentos no-destructivos en una gran variedad de sistemas. Cuentan además con ciertas ventajas únicas, que aportan complementariedad al uso de radiación de fotones o electrones. Entre ellas, una mayor distancia de penetración en la materia, un poder de dispersión que no depende monótonamente del número atómico -permitiendo alcanzar contraste entre especies de otro modo indistinguibles-, la posibilidad de utilizar deuteración y otras sustituciones isotópicas en las muestras para realizar experimentos con ajuste de contraste, las escalas accesibles en intercambio de momento y energías que permiten estudios de dinámica y estructura simultáneos, y su alta sensibilidad a los campos magnéticos internos y externos a las muestras. Estas propiedades confieren a las técnicas neutrónicas un aporte valioso en muchas áreas no sólo de la física sino de muchas otras disciplinas desde la nanotecnología hasta el estudio del patrimonio natural y cultural, la ciencia de alimentos y las biociencias.

En esta charla se presentará el estado de avance del LAHN, que abrirá sus puertas con 5 instrumentos en 2026, con especial énfasis en los desafíos encontrados en este camino y las estrategias empleadas para lograr llevar adelante una instalación de este envergadura por primera vez en el país, así como en la oportunidad que se nos presenta para alcanzar un alto impacto sobre las líneas de investigación y desarrollo regionales.

MARTES 17

Charla Especial 17:40–18:20 hs.

Auditorio Mauricio López

El Observatorio de rayos-gamma SWGO: una ventana al universo de altas energías desde el Hemisferio Sur

Patricia Hansen

Instituto de Física de La Plata, Universidad Nacional de La Plata, CONICET

El proyecto para el Observatorio de Rayos Gamma de Gran Campo Visual en el Hemisferio Sur (SWGO) es una iniciativa internacional cuyo objetivo es diseñar y desarrollar un nuevo observatorio en el hemisferio sur para la detección de rayos gamma. Planeado para ubicarse a una altitud superior a los 4400 metros, utilizará principalmente detectores Cherenkov en Agua para medir rayos gamma en un rango de energías que va desde unos pocos cientos de GeV hasta la escala de PeV. SWGO aspira a complementar las mediciones de observatorios del hemisferio norte como CTA, HAWC y LHAASO, ampliando así la cobertura observacional al cielo austral.

Desde un enfoque científico, SWGO está diseñado para captar fenómenos transitorios como brotes de rayos gamma y eventos de fusión de estrellas de neutrones. También se enfocará en realizar estudios profundos de aceleradores galácticos de rayos cósmicos y de fuentes de emisión difusa de rayos gamma, mejorando nuestras capacidades para investigar fenómenos astrofísicos no térmicos y explorar la posibilidad de física más allá del modelo estándar. Gracias a su gran sensibilidad y resolución angular, el observatorio será fundamental para la detección y seguimiento precisos de fuentes de rayos gamma.

La gestión del proyecto está a cargo de un consorcio internacional, lo que permitirá a Argentina participar activamente en el diseño y la construcción de instrumental específico, involucrando a varias instituciones científicas nacionales. Este compromiso no solo buscará aumentar la capacidad tecnológica del país, sino también fomentar la formación de recursos humanos en el sistema científico nacional. Esta presentación ofrecerá una visión general de las actividades, logros y objetivos futuros del proyecto SWGO, resaltando su potencial para avanzar en nuestra comprensión de los procesos astrofísicos más extremos del universo.

MARTES 17

Charla Especial 18:30–19:10 hs.

Auditorio Mauricio López

Bitcoin, Energía y Argentina

Claudion Pastorino

Departamento de Física. Gerencia, Investigación y Aplicaciones, GAIDI (CNEA). Instituto de Nanociencias y Nanotecnología (INN-CNEA-CONICET)

En esta charla exploraremos las propiedades de Bitcoin, la primera criptomoneda digital, creada en 2009. Contextualizaremos su rol e importancia tanto en el campo de las criptomonedas, como en la economía mundial. Analizaremos por qué se menciona a bitcoin como el primer commodity digital, de características equivalentes a las del oro y daremos detalles de una narrativa muy extendida, en la que se lo propone como una nueva reserva de valor. Para ello, tomaremos como referencia al oro, en tanto reserva de valor, aceptada ya desde hace mucho tiempo por la humanidad. Detallaremos también algunas características de la red Bitcoin, que es una combinación de varias tecnologías, como blockchains, criptografía y teoría de juegos, que en conjunto sostienen su inmutabilidad y un sistema de incentivos que determina su dinámica. Se analizarán las razones por las cuales la red Bitcoin requiere importantes cantidades de energía y las singularidades de los denominados “mineros” como consumidores de energía eléctrica. Ensayaremos algunas respuestas para las preguntas: ¿Qué tienen de novedoso o disruptivo las criptomonedas? ¿Por qué deberían importarnos? Finalmente, tomando como premisa que bitcoin podría convertirse en una nueva reserva de valor, analizaremos la posibilidad de aprovechar fuentes de energía varada en Argentina para su minado, y daremos algunos ejemplos.

MIÉRCOLES 18

Charla de Divulgación 16:00–17:00 hs. y de 17:00–18:00 hs.

Anfiteatro I

”La Física es divertida”. Una propuesta de aprendizaje activo a partir de la experimentación

Mario Rodríguez

Departamento de Física, Universidad Nacional de San Luis.

El paradigma reinante en las aulas de nuestras escuelas está basado en la enseñanza tradicional, donde el docente “transfiere saberes” a un alumnado que solo recibe sin importar sus saberes previos y proponiendo actividades que no logran incentivar a los estudiantes.

Se propone cambiar el eje hacia un aprendizaje cualitativo basado en la observación crítica de ciertos experimentos especialmente diseñados para confrontar a los estudiantes con sus creencias y conocimientos erróneos. El diseño y realización de objetos experimentales se transforma en una actividad donde docente y estudiantes tratan de proponer nuevos contextos donde se vean aplicados los conceptos desarrollados en clase.

El objetivo de esta propuesta es despertar el interés de los estudiantes y lograr que se formulen nuevas preguntas que los guíen en su proceso de aprendizaje.

Finalmente se llevarán a cabo algunos experimentos del tipo “contrastantes” que nos pondrán claramente en evidencia que “La Física es divertida”.

CHARLA DEBATE SUBCOMISIÓN DE GÉNERO

MIÉRCOLES 23

Charla debate 18:00-19:30 hs.

Microcine

Epistemologías feministas. Mucho mas que el género en el debate de las ciencias

Natalia Fischetti

INCIHUSA, CCT CONICET, Mendoza

La física ha sido por mucho tiempo la ciencia modelo de la epistemología en la tradición de pensadores ya clásicos dentro del campo como K. Popper, T. Kuhn, I. Lakatos. Mucho menos (re)conocidas son las epistemologías feministas, que desde hace al menos 50 años reflexionan y debaten en la academia acerca del conocimiento científico, poniendo en cuestión un paradigma de Ciencia con mayúsculas, único y universal. Las epistemologías feministas se escriben en plural porque abarcan un amplio abanico de teorías acerca de las ciencias, ampliando los debates mucho más allá de la cuestión del género, el sexismo y el sesgo androcéntrico. Hay una profusa e interesante historia de estos debates feministas que clásicamente, y a partir de la voz de Sandra Harding (1986), pueden clasificarse en tres grandes posicionamientos epistemológicos: el empirismo feminista (¿cómo corregimos el sesgo androcéntrico en la ciencia?), el punto de vista feminista (¿es la ciencia inherentemente patriarcal?) y el posmodernismo feminista (¿cómo transformamos las ciencias desde el conocimiento situado?).

Pero aún queda mucho más por anudar en los debates epistemológicos: los feminismos críticos luchan contra las lógicas del mercado y del extractivismo en las ciencias. A su vez, las feministas decoloniales cuestionan profundamente la hegemonía de la ciencia del norte global. Hay también cuestionamientos desde los nuevos materialismos feministas, como el de la física Karen Barad (2007) que se pregunta: ¿quiénes quedan afuera, excludxs, cada vez que configuramos el mundo, lo recortamos, lo conocemos, es decir, cuando hacemos ciencia? y ¿qué responsabilidad tenemos frente a ello?

Con estos interrogantes y cuestionamientos, la invitación es a tramar colectiva y transdisciplinariamente mucho más que la cuestión del género porque... ¡los feminismos aman otra ciencia!

ASAMBLEA GENERAL ORDINARIA

JUEVES 19

Asamblea general ordinaria 17:00 hs.

Auditorio Mauricio López

De nuestra mayor consideración:

Nos dirigimos Ud. a efectos de informarle que en la reunión de Comisión Directiva de la ASOCIACION FISICA ARGENTINA ASOCIACION CIVIL de fecha 02 de Agosto de 2024 se resolvió convocar a asamblea general ordinaria a celebrarse el día 19 de Septiembre de 2024 a las 17:00 hs. en primera convocatoria y una hora más tarde en segunda, en Auditorio Mauricio López, Ejército de Los Andes 950, San Luis Capital, Provincia de San Luis. A los fines de tratar el siguiente orden del día: 1) Elección de dos asociados para firmar el acta conjuntamente con el presidente y secretario 2) Razones por lo cual se convoca la presente asamblea fuera de la jurisdicción. 3) Aprobación de las memorias, inventarios, balances generales y las cuentas de gastos y recursos correspondientes al ejercicio cerrado 31/08/2024. 4) Informe de la 110ª Reunión de la Asociación Física Argentina, La Plata 2025. 5) Designación de sede de la 111ª Reunión de la Asociación Física Argentina 6) Designación de socios honorarios; 7) Acto electoral de designación de Autoridades de la asociación, para conformar comisión directiva y comisión revisora de cuentas. 8) Autorización de Gestión y certificación. Se les recuerda que de acuerdo al Art. 55 del Estatuto, las listas podrán presentarse en la sede legal hasta el día 19 de agosto de 2024. Las mismas deberán tener un nombre que las identifique, Designación de 23 asociados identificando el cargo para el cual se postulan tanto en la comisión directiva como en el órgano revisor y podrá proponerse fiscales de mesa para el supuesto

de presentación de más de una lista, con firma y aclaración de todos los postulados. Atento a nuestro método eleccionario de listas cerradas y con voto secreto las mesas Electorales para votar, de presentarse más de una lista, comenzarán a las 14:30Hs. Culminando a las 16.30 hs. A los efectos de poseer el resultado del escrutinio de votos realizado por la comisión electoral, previo al inicio de la asamblea donde será proclamada la lista ganadora. Los asociados podrán acceder a los estados contables de los períodos cerrados en la sede social en los horarios antes establecidos a partir del 02/09/2024. A su vez se recuerda a los Sres. asociados que por el Art 32 del estatuto solo podrán votar aquellos asociados que no posean deudas con la Asociación y deberán poseer una antigüedad de 3 meses. Para que conozcan su situación se colocará el padrón provisorio de Votantes en fecha 15 de Agosto del corriente en la cartelera de la sede social y de las distintas filiales.

Esperando su concurrencia, lo saluda,
Presidente Omar Osenda

REUNIÓN SubEF-IAPS

JUEVES 19

Reunión SubEF-IAPS 20:00–21:00 hs.

Microcine

Los estudiantes de Física tendrán disponible este espacio para reunirse en el intervalo que crean conveniente.

MESA REDONDA de ex-presidentes de la AFA. Acto de cierre.

VIERNES 20

Mesa redonda y acto de cierre 12:00 hs.

Auditorio Mauricio López

bla bla bla bla

Especial de IA y Machine Learning

VIERNES 20

Especial de IA y Machine Learning 15:00–17:00 hs.

Auditorio Mauricio López

bla bla bla bla

DIVISIONES: PRESENTACIONES ORALES

Martes 17 14:30 – 15:10 hs

Sala de Situación FCFMyN

Breve Historia de la división de Enseñanza de la FísicaBenegas Julio¹, Gangoso Zulma²¹ *Universidad Nacional de San Luis (UNSL)*² *Universidad Nacional de Córdoba (UNC)*

Se presenta un panorama sobre la Investigación en Educación en Física en general y su influencia en los desarrollos locales. Diferentes enfoques y lineamientos, el rol de las universidades, de la Asociación Física Argentina, de Agencias de Financiamiento y de la comunidad internacional. Esta última plasmada en las visitas y estadias de referentes internacionales (Washington, Amherst Massachusetts, Oregon, Kansas, Alcalá, Monterrey) Se refieren algunas reuniones locales e internacionales y en particular la participación de nuestra asociación a través de la Comisión Educación de la IUPAP: Siendo una mirada organizada desde la propia experiencia de los ponentes puede, sin dudas presentar algunos sesgos lo que permitirá intercambios constructivos.

Martes 17 15:30 – 16:20 hs

Sala de Situación FCFMyN

Innovación Educativa con PhET: Investigaciones, Redes de Colaboración y Impulso al Liderazgo DocenteLópez Tavares Diana¹, Vieyra Rebecca²¹ *Embajadora de PhET en América Latina*² *Directora de Iniciativas Globales de PhET*

El proyecto PhET de simulaciones interactivas de la Universidad de Colorado fue fundado en 2002 por el ganador del Premio Nobel de Física, Carl Wieman. Actualmente, con más de 160 simulaciones interactivas, el diseño de cada simulación se basa en investigación científica, pedagógica y tecnológica, resultando en una herramienta que: 1) representa sistemas científicos complejos de manera accesible, precisa y atractiva; 2) ofrece alta interactividad para abordar múltiples objetivos de aprendizaje, tanto conceptuales como de desarrollo de habilidades y actitudes; y 3) es accesible para que todos los estudiantes puedan usar las simulaciones, funcionando en dispositivos de baja gama, sin necesidad de conexión a internet, y con funciones inclusivas para estudiantes con discapacidades.

En esta ponencia se presentarán la misión y filosofía del proyecto PhET, los resultados más importantes de la investigación educativa que demuestran el impacto de las simulaciones, y cómo la iniciativa PhET Global ha creado redes de colaboración, especialmente en Latinoamérica y África, impulsando el liderazgo docente en cada región para apoyar a los educadores en el aprovechamiento del potencial de las simulaciones y en la implementación de estrategias didácticas basadas en evidencia para mejorar la enseñanza de ciencias y matemáticas en el aula.

Martes 17 16:20 – 16:40 hs

Sala de Situación FCFMyN

¿De qué sirvió Tecnópolis?Buono Pedro¹¹ *Universidad de Buenos Aires (UBA), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN), Departamento de Física (DF)*

Luego de más de una década de funcionamiento, la megamuestra de comunicación pública de la ciencia que se instaló en el parque Tecnópolis tuvo impacto en dicha rama de la comunicación. En el presente trabajo se analiza este impacto mediante entrevistas a personas determinantes en la gestión y promoción de la parte científica de la megamuestra. Se busca discutir los parámetros que solemos establecer como importantes a la hora de calificar tales instancias de contacto con el público, y simultáneamente explorar tanto el planteo que se hizo en el parque como su ejecución, su historia y la perspectiva de quienes lo llevaron a cabo.

Martes 17 16:40 – 17:00 hs

Sala de Situación FCFMyN

Determinación de la impedancia acústica de un resonador Helmholtz utilizando un tubo de impedancia.Gómez Bernardo^{1 2}, Novara Iván^{1 2}, Raviola Lisandro¹, Repetto Carlos E.^{1 2}, Roatta Analía^{1 2}¹ *Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura (FCEIA)*

² *Instituto de Física Rosario (IFIR)*

Al colocar distintos materiales como terminación de un tubo de impedancia es posible calcular el coeficiente de absorción de esos materiales y observar su dependencia con la frecuencia. En trabajos previos hemos utilizado distintos resonadores Helmholtz (RH) como terminación y esto nos permitió observar que el coeficiente de absorción aumenta dentro de un intervalo de frecuencias y es máximo para la frecuencia de resonancia de cada RH. La absorción está relacionada con el coeficiente de reflexión r , siendo éste un coeficiente complejo que depende de las impedancias acústicas del medio de incidencia y del medio de transmisión. En este trabajo nos proponemos medir el coeficiente complejo de reflexión para determinar la impedancia acústica de los RH y elaborar un modelo teórico que dé cuenta no sólo de los valores de la frecuencia de resonancia sino también de los mecanismos disipativos vinculados a la parte real de la impedancia.

Jueves 19 14:30 – 14:50 hs

Sala Postgrado Informática

Optimización de funciones de onda mediante la minimización de la varianza energética para la determinación de estados excitados en sistemas multielectrónicos

Sierra G¹, Oña O B², Alcoba D R^{1 3}, Torre A⁴, Lain L⁴, Massaccesi G E^{5 6}¹ Universidad de Buenos Aires (UBA), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN), Departamento de Física. Ciudad Universitaria, 1428 Buenos Aires, Argentina² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Universidad Nacional de La Plata (UNLP), Instituto de Investigaciones Físicoquímicas Teóricas y Aplicadas (INIFTA), Diag. 113 y 64 (S/N), Suc. 4, CC 16, 1900 La Plata, Argentina³ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Universidad de Buenos Aires (UBA), Instituto de Física de Buenos Aires (IFIBA). Ciudad Universitaria, 1428 Buenos Aires, Argentina⁴ Universidad del País Vasco, Facultad de Ciencia y Tecnología, Departamento de Química Física. Apdo. 644, E-48080 Bilbao, España⁵ Universidad de Buenos Aires (UBA), Ciclo Básico Común, Departamento de Ciencias Exactas. Ciudad Universitaria, 1428 Buenos Aires, Argentina⁶ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Universidad de Buenos Aires (UBA), Instituto de Investigaciones Matemáticas "Luis A. Santaló" (IMAS). Ciudad Universitaria, 1428 Buenos Aires, Argentina

La descripción correcta de funciones de onda de estados fundamentales en sistemas de N electrones es uno de los logros más destacados de los métodos variacionales. Sin embargo, la tarea de describir estados excitados presenta desafíos significativamente diferentes y más complejos. La causa de esta diferencia de comportamiento radica en el denominado "colapso variacional", inherente a los estados electrónicamente excitados. De acuerdo con la experiencia, el carácter de "mínimo local" de los estados excitados provoca que, en numerosas ocasiones, estos tratamientos basados en la minimización variacional de la energía, conduzcan al estado fundamental. En este trabajo, proponemos optimizar las funciones del conjunto base, en la descripción de sistemas de N electrones, mediante la técnica de recocido simulado, en el marco de interacción de configuraciones seleccionadas por su número de precedencia, lo que permitirá describir energías y funciones de onda tanto de estados fundamentales como excitados [1,2]. Nuestra propuesta se basa en utilizar la minimización de la varianza, en lugar de la minimización energía electrónica, que nos permite acceder a los estados excitados de idéntica manera que cuando se trata del estado fundamental. Los resultados obtenidos en sistemas atómicos y moleculares se comparan con los proporcionados por el método de interacción de configuraciones completa, así como con los procedentes de métodos variacionales más tradicionales que optimizan orbitales por minimización de energía.

[1] D.R. Alcoba, O.B. Oña, A. Torre, L. Lain, G. Sierra, G.E. Massaccesi, *J. Chem. Phys.* **160**, 164107 (2024)

[2] G. Sierra. Tesis de Licenciatura en Ciencias Físicas, Universidad de Buenos Aires (2024)

Jueves 19 14:50 – 15:10 hs

Sala Postgrado Informática

Pérdida de energía de protones en metales de transición, la contribución de la capa d a bajas energías de impacto

Peralta Jesica^{2 1}, Mendez Alejandra¹, Mitnik Darío¹, Montanari Claudia¹¹ Instituto de Astronomía y Física del Espacio (IAFE)² Universidad Nacional de Salta (UNSa)

La pérdida de energía (o stopping power) de protones de bajas velocidades ($v < 1$) en metales, se debe principalmente a la contribución de los electrones de conducción (o gas de electrones libres, FEG). Sin embargo, para los metales de transición, la ionización de los electrones d contribuye a la pérdida de energía aún a bajas velocidades. Ésto ha sido ampliamente discutido en varios trabajos experimentales [1-3]. Los modelos teóricos para la pérdida de energía a bajas velocidades en metales predicen una dependencia proporcional con la velocidad del ion [4]. Sin embargo, los valores experimentales para metales de transición tales como Cu, Ag o Au, muestran un quiebre en esa dependencia lineal. Este efecto se ha asociado con el umbral de excitación de los electrones d [1-3]. En esta contribución, proponemos un nuevo modelo no perturbativo para la contribución de la capa d a la pérdida de energía electrónica. Este modelo se basa en una descripción de gas de electrones con un perfil de velocidades no homogéneo derivado de la función de onda atómica. El poder de frenado total se obtiene sumando las contribuciones del FEG, los electrones d y las capas internas, combinando una descripción no perturbativa del FEG [5], los cálculos actuales para los electrones d y la SLPA-LM para las capas internas [6-7]. Analizamos los casos de metales de transición 3d (Fe, Ni y Cu) y 4d (Pd y Ag). La descripción de los datos

experimentales es buena, siendo clara la contribución del electrón d a velocidades muy bajas; sin embargo, se trata de una suave diferencia de los resultados del FEG y no de la línea recta quebrada que algunos trabajos sostienen [1-3]. Por otro lado, gracias a tomar en cuenta los modelos para cada rango de energías, el stopping power total es descrito en un rango amplio de energías. Obtuvimos una buena comparación teórico-experimental tomando los datos compilados en [8]. Referencias: [1] S. N. Markin, D. Primetzhofer, M. Spitz, and P. Bauer, Phys. Rev. B 80, 205105 (2009). [2] E. D. Cantero, G. H. Lantschner, J. C. Eckardt, and N. R. Arista, Phys. Rev. A 80, 032904 (2009). [3] D. Goebel, D. Roth, and P. Bauer, Phys. Rev. A 87, 062903 (2013). [4] E. Fermi and E. Teller, Phys. Rev. 72, 399 (1947). [5] C. C. Montanari and J. E. Miraglia, Phys. Rev. A 96, 012707 (2017). [6] J. P. Peralta, M. Fiori, A. M. P. Mendez, and C. C. Montanari, Phys. Rev. A 105, 062814 (2022). [7] J. P. Peralta, A. M. P. Mendez, D. M. Mitnik, and C. C. Montanari, Phys. Rev. A 107, 052809 (2023). [8] IAEA stopping database <https://www-nds.iaea.org/stopping/>

Jueves 19 15:10 – 15:30 hs

Sala Postgrado Informática

Fotoionización de superficies metálicas por pulsos láser ultracortos

Barlari Martín¹, Mitnik Darío¹, Gravielle M. S.¹, Arbó D. G.^{1 2}

¹ Instituto de Astronomía y Física del Espacio (IAFE)

² Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN), Ciclo Básico Común, Universidad de Buenos Aires

La attofísica ha avanzado gracias a las fuentes de luz coherente que permiten generar pulsos láser con una duración del orden del attosegundo, posibilitando la medición ultrarrápida en átomos, moléculas y superficies. Dentro de este vasto campo, estudiamos los mecanismos físicos involucrados en la interacción de la radiación láser con superficies metálicas cristalinas, con foco en la emisión electrónica por pulsos ultracortos. Este es un tema de gran actualidad, en el que los experimentos de attofísica han permitido medir retrasos en la fotoemisión desde diferentes bandas electrónicas [1], pero la comprensión completa del fenómeno aún no se ha alcanzado.

Con el objetivo de desarrollar herramientas teóricas para comprender y predecir resultados experimentales de attofísica sobre superficies cristalinas, investigamos los espectros de fotoemisión de Al(111), Al(100) y Mg(0001) producidos por la incidencia rasante de pulsos láser ultracortos. En particular, estudiamos los efectos debidos a la estructura de bandas del cristal, al potencial inducido en el material por el campo láser externo, y a la corrugación del potencial superficial. Para ello utilizamos la aproximación *Band-Structure-Based-Volkov* (BSB-V) [2,3], que incluye un modelo preciso de la interacción superficial y la contribución del potencial inducido, y comparamos las simulaciones con la solución numérica de la correspondiente ecuación de Schrödinger dependiente del tiempo (TDSE).

En cuanto a la resolución numérica de la TDSE, encontramos que al igual que en resultados reportados anteriormente [4], los espectros están plagados de enormes resonancias que no son físicas, sino que provienen de problemas numéricos que atribuimos a la paridad de la base de los estados utilizada. Para eliminar estas oscilaciones espurias, desarrollamos un método en el cual reemplazamos las funciones estacionarias de los estados del continuo por ondas salientes y entrantes, que no tienen paridad definida. A diferencia de las técnicas usuales de convolución, que suavizan los espectros pero también eliminan otras estructuras con origen físico [5], el método propuesto nos permitió obtener distribuciones fotoelectrónicas sin fluctuaciones espurias y en buena concordancia con diferentes resultados perturbativos, como los derivados con modelos tipo Volkov.

A partir del análisis de las simulaciones y de los resultados numéricos de la TDSE, encontramos que tanto la estructura de bandas como el campo inducido introducen efectos apreciables en los espectros electrónicos, y dichos efectos dependen fuertemente de la frecuencia del pulso láser.

[1] A. L. Cavalieri and et al., Nature 449, pp. 1029–1032 (2007).

[2] C.A. Ríos Rubiano et al., Phys. Rev A 95, 033401 (2017).

[3] E.V. Chulkov et al., Surf. Sc., 437, 330-352 (1999).

[4] M. N. Faraggi, M. S. Gravielle, D. M. Mitnik. Phys. Rev. A 76, 012903 (2007).

[5] K.J. Schafer et al., Comp. Phys. Comm., 63, 427-434 (1991).

Jueves 19 15:30 – 15:50 hs

Sala Postgrado Informática

Simulaciones atómicas de irradiación a energías desde eV hasta GeV

Bringa Eduardo^{1 2 3}, Deluigi Orlando^{1 2}, Tramontina Diego^{1 2}, Amigo Nicolás⁴, Khelladi Lilian⁵, Roco Fiorella⁶, Valencia Felipe⁶

¹ Facultad de Ingeniería, Universidad de Mendoza, Mendoza, Argentina

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

³ Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza, Argentina

⁴ Universidad Tecnológica Metropolitana, Santiago, Chile

⁵ Institut National Polytechnique Clermont-Auvergne, Clermont-Ferrand, Francia

⁶ Universidad Católica del Maule, Talca, Chile

Los impactos de iones sobre materiales producen numerosos efectos, incluyendo emisión de material (sputtering), generación de defectos incluyendo defectos puntuales, dislocaciones, trazas latentes, etc. Simulamos impactos de iones sobre materiales utilizando dinámica molecular (Molecular Dynamics, MD) atomística, para distintos valores de interés. El impacto de protones con energías de 10-1000 eV es importante para comprender atmósferas tenues en distintos cuerpos del sistema solar, como nuestra Luna, y los planetas Marte y Mercurio. En este régimen los experimentos son de gran complejidad, y los resultados son insuficientes para ajustar modelos de colisiones binarias que se aplican con éxito para energías de keV. El impacto de protones sobre sílica se modela con interacciones reactivas, que permiten reacciones químicas y por ejemplo la formación de agua. La retrodispersión de protones se obtuvo como función de energía y ángulo de incidencia y estos valores fueron utilizados en un código de transporte tipo "Direct Simulation Monte Carlo" para estimar las mediciones de protones por distintos instrumentos [1]. En el régimen de keV, dominado por el frenamiento nuclear, hemos encontrado que nanopartículas metálicas tipo carozo-cáscara de Fe-Cu muestran mayor resistencia al daño por radiación que las nanopartículas de Fe [2]. Las aleaciones de alta entropía (High Entropy Alloy, HEA) son otros materiales resistentes al daño por radiación, y en el régimen de keV demostramos que el desorden químico no favorece esa resistencia a la radiación, durante la etapa de daño primario [3]. Finalmente, consideramos el efecto de iones pesados de MeV-GeV sobre HEA, que ha sido menos estudiado. Para modelar las excitaciones electrónicas utilizamos un modelo de "thermal spike". Estudiamos las trazas latentes para tres HEA con diferente estructura cristalina, resultando en dislocaciones, defectos puntuales o amorfización dependiendo de la estructura inicial. Para identificar los defectos inducidos por la irradiación empleamos herramientas de aprendizaje automático, y utilizamos modelos simples para relacionar las simulaciones con distintas técnicas experimentales. Estos ejemplos muestran que las simulaciones atomísticas pueden acoplarse con otras simulaciones a escalas mayores, y proporcionar información de utilidad en la planificación e interpretación de experimentos.

[1] Leblanc, F. *et al.*, On the origins of backscattered solar wind energetic neutral hydrogen from the Moon and Mercury. *Planetary and Space Science* 229, 105660 (2023).

[2] Tramontina, D.R., *et al.*, Probing radiation resistance in simulated metallic core-shell nanoparticles. *Computational Materials Science* 227, 112304 (2023).

[3] Deluigi, O.R. *et al.*, Simulations of primary damage in a High Entropy Alloy: Probing enhanced radiation resistance. *Acta Materialia* 213, 116951 (2021).

Jueves 19 15:50 – 16:10 hs

Sala Postgrado Informática

Procesos multielectrónicos fotoinducidos en Zn: Evolución con la energía de excitación

Stutz G¹, Paredes Mellone O², Ceppi S¹

¹ Facultad de Matemática Astronomía, Física y Computación (FAMAF), Instituto de Física Enrique Gaviola (IFEG), Universidad Nacional de Córdoba. Córdoba.

² Stanford Synchrotron Radiation Lightsource, SLAC. Menlo Park, California, Estados Unidos.

Procesos multielectrónicos pueden tener lugar durante la excitación de niveles atómicos internos, constituyendo una manifestación de la ruptura del modelo de partícula independiente en la descripción de procesos atómicos. Correlaciones electrónicas intra-atómicas pueden dar origen a procesos de *shake* con la consiguiente ionización o excitación electrónica desde un nivel atómico externo acompañando una ionización en un nivel atómico de coraza, dando como resultado un átomo en un estado múltiplemente ionizado. La dinámica de estos procesos constituye un escenario complejo que depende fuertemente de la energía de excitación. Usualmente se distinguen dos regímenes, uno próximo al umbral de ionización múltiple, en donde la correlación interelectrónica juega un papel preponderante, y otro en el límite de altas energías de excitación, en el cual la probabilidad de ionización múltiple alcanza un límite asintótico de saturación. El abordaje experimental de estos procesos provee, por lo tanto, la posibilidad de acceder a efectos de correlación electrónica en el átomo. En este aspecto, la radiación de sincrotrón, como fuente de radiación electromagnética sintonizable y altamente monocromatizable para inducir excitaciones atómicas, acompañada por un análisis con alta resolución de los productos de la desexcitación ofrece una oportunidad experimental única para poder estudiar la dinámica de excitación de procesos de *shake*.

En este trabajo se presenta un estudio de la evolución de un proceso de doble ionización $1s3d$ en un átomo de Zn en función de la energía de excitación, desde su umbral hasta la saturación, inducido por una fotoionización primaria selectiva en el nivel de coraza $1s$ y seguido por un proceso de *shake* desde el nivel $3d$. Las mediciones fueron llevadas a cabo en el Laboratorio Nacional de Luz de Sincrotrón (LNLS, Campinas, Brasil) mediante espectroscopía de emisión de rayos X de alta resolución. Un adecuado procesamiento de los datos experimentales permitió extraer estructuras satélites del espectro de emisión y asociarlas con efectos de procesos de *shake* del tipo $1s3d$. La forma de línea, tanto de las líneas de emisión principales como de las estructuras satélites, fueron modeladas con la distribución espectral de multipletes atómicos correspondientes a las transiciones atómicas $1s \rightarrow 3p$ y $1s3d \rightarrow 3p3d$, respectivamente, los cuales fueron simulados utilizando el código GRASP2018 [1]. Además de las estructuras satélites mencionadas, una contribución apreciable de transiciones Auger radiativas del tipo $KM_{2,3}M_{4,5}$ también fueron observadas. Se determinó la dependencia de la probabilidad relativa de doble ($1s3d$) a simple ($1s$) ionización con la energía de excitación. Esta evolución pudo explicarse por medio de un modelo simple basado en cálculos por teoría de perturbaciones dependiente del tiempo [2] para describir la relajación atómica. A través de parámetros de ajuste contenidos en este modelo se determinó la probabilidad de doble ionización en el límite de

saturación. Estos resultados son discutidos con predicciones de modelos teóricos existentes [3]. Los datos experimentales muestran, además, que el régimen de saturación se alcanza más rápidamente que en procesos de doble ionización del nivel 1s en Zn [4].

[1] C. Froese Fischer et al., *Comput. Phys. Comm.* 237, 184 (2019)

[2] T.D. Thomas, *Phys. Rev. Lett.* 52, 417 (1984)

[3] T.V.B. Nguyen et al., *Phys. Rev. A* 105, 022811 (2022). C.T. Chantler et al., *J. Phys. B* 46, 015002 (2013). J.A. Lowe et al., *Phys. Rev. A* 83, 060501(R) (2011)

[4] S. Huotari et al., *Phys. Rev. Lett.* 101, 043001 (2008)

Jueves 19 16:10 – 16:30 hs

Sala Postgrado Informática

Propiedades termofísicas, espectroscopia FTIR y Raman y sus correlaciones para los sistemas binarios butilamina + cetonas

Campos Viviana Del Valle¹, Clará René Amadeo¹, Gómez Marigliano Ana Clelia¹

¹ *INFINOA/CONICET. Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología. Universidad Nacional de Tucumán. Av. Independencia 1800. Zip Code 40*

Se estudiaron los sistemas binarios butilamina + propanona, + MIK, + butanona, en todo el rango de fracciones molares y en el intervalo de temperaturas (288.15 a 318.15) K en intervalos de temperatura de 5K. A partir de los datos experimentales se calculó para cada sistema: el volumen molar de exceso, V^E y la desviación de la viscosidad, $\Delta\eta$. Además, se determinó en todo el rango de concentración y a 298.15 K las siguientes funciones molares de exceso: entalpía, H^E , energías de Gibbs, G^E y TS^E , siendo S^E la entropía de exceso.

Se realizaron estudios espectroscópicos Raman y FTIR para los compuestos puros, como para distintas concentraciones de los sistemas binarios, encontrándose la aparición de nuevas bandas correspondientes a heteroasociaciones en todos los sistemas.

En base a los resultados obtenidos se correlacionaron exitosamente los resultados termodinámicos y espectroscópicos.

Martes 17 14:30 – 14:50 hs

Auditorio Mauricio López

Bombeo de carga topológico en un sistema interactuante. Teoría y experimento

Aligia Armando¹

¹ Instituto de Nanociencia y Nanotecnología (INN), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Centro Atómico Bariloche

Bombeo de carga topológico en un sistema interactuante. Teoría y experimento

Armando A. Aligia

Centro Atómico Bariloche, INN, CNEA, CONICET

El bombeo topológico de carga o bomba de Thouless ha despertado gran interés en los últimos años. Consiste en un transporte cuantificado de carga en una celda unidad, al completar un circuito cerrado en un espacio bidimensional. Recientemente hemos propuesto teóricamente la posibilidad de un circuito de bombeo que no puede ser conectado adiabáticamente con el caso no interactuante, en un modelo específico (Rice-Mele interactuante) [1].

En un trabajo reciente, un grupo experimental, en colaboración con los autores del trabajo anterior, ha llevado a cabo y demostrado esta posibilidad en un circuito particular, de modo que se induce transporte de carga al aumentar la interacción, abriendo nuevas posibilidades en este campo [2].

[1] E. Bertok, F. Heidrich-Meisner, and A. A. Aligia, Phys. Rev. B 106, 045141 (2022).

[2] K. Viebahn, A.-S. Walter, E. Bertok, Z. Zhu, M. Gächter, A. A. Aligia, F. Heidrich-Meisner, and T. Esslinger, Phys. Rev. X 14, 021049 (2024).

Martes 17 14:50 – 15:10 hs

Auditorio Mauricio López

Aplicación de métodos pseudo-espectrales para simulación de dinámica de vórtices en superconductores de tipo II con condiciones de contorno

Castillo Menegotto F¹, Severino R^{2 1}, Minnini P^{2 1}, Bekeris V^{2 1}, Pasquini G^{2 1}, Lozano G S^{2 1}

¹ Departamento de Física, FCEyN, Universidad de Buenos Aires

² IFIBA, CONICET-Universidad de Buenos Aires

La teoría de Ginzburg-Landau (GL) ha resultado una descripción muy exitosa para describir la fenomenología observada en los materiales superconductores. Uno de sus aspectos fundamentales es la aparición natural de soluciones de tipo vórtice, responsables de la nucleación de campo magnético en los superconductores de tipo II. La teoría es estática en su naturaleza, pero en los años 50 Schmid propuso una extensión dinámica del modelo (TDGL) [1] que permite el estudio de distintos fenómenos dependientes del tiempo como dinámica de vórtices o fenómenos de transporte. Las ecuaciones que resultan de este modelo son ecuaciones diferenciales parciales no lineales y es necesario recurrir a técnicas numéricas para su resolución.

En el ámbito de la superconductividad es de común aplicación los métodos de diferencias finitas, aunque tienen varias desventajas como por ejemplo la dispersión numérica, disipación numérica y otros efectos como ondas o *wiggles* de los campos simulados. Además, son métodos que requieren de gran cantidad de tiempo de computación y de recursos computacionales para su correcta implementación. En nuestro grupo hemos desarrollado un método de vanguardia en el ámbito de la superconductividad a través de la aplicación de métodos pseudo-espectrales para la resolución de las ecuaciones de TDGL, implementando el paquete **Geophysical High-Order Suite for Turbulence** (GHOST) [2-3], desarrollado originalmente para la resolución de la turbulencia en fluidos cuánticos. Estos métodos consisten en el desarrollo de Fourier de las distintas variables dinámicas en un conjunto finito (pero grande) de modos y la posterior resolución de las ecuaciones que describen la dinámica temporal de los coeficientes de la descomposición. La propuesta de este método asegura una convergencia exponencial de los cálculos, frente a la convergencia algebraica de los métodos de elementos finitos. Además, no poseen dispersión ni difusión numérica.

El método ya ha sido aplicado para la simulación de vórtices en superconductores con parámetro de orden nemático [4], así como para estudiar la interacción vórtice - pared de dominio [5]. En este trabajo se presenta una técnica desarrollada para la simulación de condiciones de contorno bajo este método, y resultados obtenidos a partir de su implementación. En particular se estudió un superconductor en una condición de contorno superconductor-normal (S-N), bajo campos magnéticos externos aplicados. Como resultado se pudo visualizar el efecto Meissner y contrastar el campo crítico H_p a partir del cual comienzan a entrar los vórtices, con resultados obtenidos por métodos de diferencias finitas [6]. Por otro lado, también se ha estudiado el problema de transporte eléctrico y cómo este afecta a la dinámica de vórtices.

[1] A. Schmid, Phys kondens Materie 5, 302–317 (1966)

[2] P. D. Mininni et al, Parallel Computing 37(6), 316-326 (2011)

[3] D. Rosenberg et al, Atmosphere 11(2), 178 (2020)

[4] R. S. Severino et al, Phys. Rev. B 106, 094512 (2022)

[5] R. S. Severino et al, Phys. Rev. B 109, 094513 (2024)

[6] A. D. Hernández and D. Domínguez, Phys. Rev. B 65, 144529 (2002)

Martes 17 15:10 – 15:30 hs

Auditorio Mauricio López

Nanoestructuras semiconductoras como electrodos de celdas solares híbridas

Vega Nadia Celeste^{1, 2}, Comedi David^{1, 2}, Tirado Mónica³

¹ Universidad Nacional de Tucumán (UNT), Universidad Nacional de Tucumán

² Instituto de Física del NOA, CONICET-UNT

³ Secretaría de Ciencia, Arte e Innovación Tecnológica, UNT.

Actualmente existe la necesidad de buscar nuevos materiales capaces de sustituir a los utilizados actualmente en la conversión de energía, como la energía solar en energía eléctrica, con propiedades nobles y notables ventajas. En este contexto, cobra cada vez más importancia el uso de nanoestructuras semiconductoras, como las del ZnO, en la fabricación de dispositivos electrónicos, optoelectrónicos y fotónicos, con nuevas propiedades resultantes de los efectos del pequeño volumen y la alta superficie específica superficial o interfacial. Las nanopartículas (NPs) y nanohilos (NHs) de ZnO se han propuesto como materiales básicos para el desarrollo de una nueva electrónica transparente donde puedan funcionar como elementos activos, o pasivos como conectores, dando lugar a dispositivos versátiles. En este trabajo se muestra la fabricación y estudio de nanoestructuras de ZnO y su aplicación en electrodos de celdas solares híbridas, como DSSC (Dye Sensitized Solar Cell) y OSC (Organic Solar Cell), realizado en el marco de una línea de investigación del grupo NanoProject, del Instituto de Física del NOA, CONICET-UNT, en Tucumán, Argentina. Se prestó especial atención al uso de materiales estables, económicos y respetuosos con el medio ambiente que sean susceptibles de producción en grandes volúmenes. Las nanoestructuras se fabrican en electrodos conductores y transparentes de FTO/vidrio utilizando un método de síntesis hidrotermal a baja temperatura y el método de doctor blade. Luego, estas nanoestructuras de ZnO, con modificación en su superficie a partir de la sensibilización de la misma con complejos de Ru, se emplean en electrodos para dispositivos DSSC [1] y OSC [2], mostrando resultados muy prometedores.

[1] Fernando F. Salomón, Nadia C. Vega, Teodor Parella, Faustino Eduardo Moraán Vieyra, Claudio D. Borsarelli, Claudia Longo, Mauricio Cattaneo, and Néstor E. Katz. ACS Omega, 5 (14), 8097-8107, 2020. [2] Fernando F. Salomón, Nadia C. Vega, José Piers, Mónica Tirado, David Comedi, Mauricio Cattaneo, Mariano Campoy Quiles, and Néstor E. Katz., Inorg. Chem., vol. 60, no. 8, pp. 5660–5672, 2021.

Martes 17 15:30 – 15:50 hs

Auditorio Mauricio López

Explorando las interacciones molécula-superficie de la urania

Idriss Hicham¹, Barral María Andrea^{2, 3}, Di Napoli Solange^{2, 3}, Murgida Gustavo^{2, 3}, Llois Ana María^{2, 3}, Ganduglia Pirovano Verónica⁴, Vildosola Verónica^{2, 3}, Woell Christof¹

¹ Institute of Functional Interfaces (IFG), Karlsruhe Institute of Technology (KIT), Eggenstein- Leopoldshafen, Germany.

² Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA)

³ Instituto de Nanociencia y Nanotecnología (INN)

⁴ Instituto de Catálisis y Petroleoquímica, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (ICP- CSIC), 28049, Madrid, España

Dentro del marco de las interacciones superficie-adsorbato relevantes para las reacciones químicas del combustible nuclear gastado, el estudio de los sistemas de óxidos de actínidos sigue siendo una de las tareas más desafiantes tanto a nivel experimental como computacional. En este trabajo describiremos resultados teóricos obtenidos mediante cálculos de primeros principios sobre la interacción de la molécula de monóxido de carbono con la superficie UO₂ (111). Estos resultados serán contrastados con experimentos de espectroscopía infrarroja realizados sobre muestras estequiométricas monocristalinas de UO₂, cortadas en la dirección (111) y expuestas a CO gaseoso. En el marco de cálculos basados en la teoría de la Funcional Densidad, mostraremos que para describir con precisión la interacción entre la molécula de CO y la superficie, es esencial considerar los funcionales híbridos, la no colinealidad de los momentos magnéticos locales del uranio y el acoplamiento espín-órbita.

Martes 17 15:50 – 16:10 hs

Auditorio Mauricio López

Expansión adiabática a segundo orden de las corrientes de calor y carga

Deghi Sebastián E.^{1, 2, 3}, Bustos-marún Raúl A.^{4, 2, 3}

¹ Facultad de Matemática Astronomía, Física y Computación (FAMAF)

² Instituto de Física Enrique Gaviola (IFEG)

³ Universidad Nacional de Córdoba (UNC)

⁴ Facultad de Ciencias Químicas (FCQ)

Los avances tecnológicos a escalas nanométricas han generado la necesidad de manipular flujos de calor y comprender la conversión de energía en dispositivos de baja dimensionalidad, tal y como ocurre con las bombas cuánticas de calor y los nanomotores. A menudo, el tratamiento de estos sistemas requiere el uso de expansiones adiabáticas expresadas en términos de frecuencias o de la variación de algún grado de libertad clásico. La mayoría de los estudios en el área se han realizado para los términos adiabáticos y de primer orden, lo que originó la investigación de fenómenos notables como las bombas y motores cuánticos adiabáticos [1], o incluso la fricción electrónica [2]. Sin embargo, debido a la dificultad para obtener las expresiones, el estudio de términos a órdenes superiores ha sido poco explorado, siendo Kershaw et al. uno de los pioneros en el área estudiando un sistema sencillo y específico [3]. Con este propósito, utilizando funciones de Green de no-equilibrio, hemos desarrollado un tratamiento termodinámicamente consistente de las expresiones a segundo orden para las corrientes de energía, calor y carga, aplicables a una extensa diversidad de dispositivos. Con el fin de visualizar el comportamiento y validez de las fórmulas obtenidas, hemos utilizado dos modelos mínimos. Uno de los sistemas exhibe un fenómeno termodinámico inexplorado, el cual consiste en bombeo cuántico monoparamétrico [4]. Si bien existen diversos trabajos enfocados en el bombeo debido a la variación de un único parámetro Hamiltoniano, el principio físico de nuestro modelo radica solamente en los términos de segundo orden de las corrientes de carga, sin requerir de anarmonicidades [5], o efectos de interferencia cuántica mediada por campos magnéticos [6].

[1] Bustos-Marín et al. "Adiabatic Quantum Motors". *Phys. Rev. Lett.* 111 (2013), 060802.

[2] Bode et al. "Current-induced forces in mesoscopic systems: A scattering-matrix approach". *Beilstein Journal of Nanotechnology* 3 (2012), 144-162.

[3] Kershaw et al. "Nonequilibrium Green's function theory for nonadiabatic effects in quantum electron transport". *The Journal of Chemical Physics* 147.22 (2017), 224109.

[4] Deghi et al. "Second-order adiabatic expansions of heat and charge currents with nonequilibrium Green's functions". *arXiv:2404.16757v1* (2024).

[5] Low et al. "Electron Pumping in Graphene Mechanical Resonators". *Nano Letters* 12.2 (2012), 850-854.

[6] Foa Torres. "Mono-parametric quantum charge pumping: Interplay between spatial interference and photon-assisted tunneling". *Phys. Rev. B* 72 (24 2005), 245339.

Martes 17 16:10 – 16:30 hs

Auditorio Mauricio López

Heteroestructuras a base de GaN para la detección de radiación UV

Juantorena Rodrigo¹, Di Donato Andrés², Kristukat Christian³, Dadgar Armin⁴, Giudici Paula⁵

¹ *Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN), Universidad de Buenos Aires (UBA)*

² *Instituto de Nanociencia y Nanotecnología (INN), Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Departamento de Micro y Nanotecnología*

³ *Escuela de Ciencia y Tecnología (ECyT), Universidad Nacional de Gral. San Martín (UNSAM)*

⁴ *Otto-von-Guericke-Universität de Magdeburg, Alemania*

⁵ *Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Instituto de Nanociencia y Nanotecnología (INN), Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Departamento de Física de la Materia Condensada*

El afán de mejorar el rendimiento de los dispositivos de detección UV ha puesto el foco en los semiconductores de banda prohibida ancha ('wide band gap'). Entre ellos destacan el nitruro de galio y sus aleaciones (aluminio, indio), cuya performance en dispositivos a base de heteroestructuras fue intensamente estudiada en las últimas décadas. Es de particular interés el transistor de alta movilidad de electrones a base de GaN (HEMT) por su gran desempeño en la electrónica de alta potencia y de alta frecuencia^{1,2}. Su eficacia en estas aplicaciones puede ser atribuida en partes iguales al diseño del dispositivo y a las características propias de los materiales que lo componen. El ancho de banda prohibida del GaN y de sus aleaciones le permite al transistor funcionar a altas temperaturas y conectado a diferencias de potencial sumamente grandes, mientras que la polarización inherente a estos compuestos, tanto espontánea como piezoeléctrica, posibilita la formación de un canal de alta movilidad sin la necesidad de introducir dopaje externo. Los HEMT a base de GaN también son capaces de desarrollar efectos fotoconductor y fotovoltaico, por lo que resulta natural querer estudiar su desempeño como fotodetectores^{3,4}.

A pesar de estas virtudes, el dispositivo suele presentar numerosos defectos que alteran su rendimiento, en particular en el contexto de la fotodetección. Uno de los fenómenos más notorios es el de la fotocorriente persistente, observado como un decaimiento exponencial lento en la corriente luego de haber iluminado al transistor con un pulso UV⁵.

Este trabajo se propone, en primer lugar, modelar un HEMT GaN/AlGaIn/GaN con la ayuda de software TCAD, para así adquirir un conocimiento más sólido acerca de su funcionamiento. En segundo lugar, montar arreglos experimentales para estudiar el fenómeno de la fotocorriente persistente bajo distintas condiciones externas. Para ello, se midió la respuesta del dispositivo a un pulso UV mientras se lo iluminaba con una fuente secundaria. Se ha detectado que, para ciertas longitudes de onda, las constantes de decaimiento exponencial se vuelven más pequeñas.

[1] U. K. Mishra et al, *Proceedings of the IEEE*, vol. 96, no. 2, pp. 287-305 (2008).

[2] M. Meneghini et al, *J. Appl. Phys.* 130, 181101 (2021).

- [3] D. Chen et al, *Semicond. Sci. Technol.* 37 105003 (2022).
 [4] H. Zhang et al, *Appl. Phys. Lett.* 118, 242105 (2021).
 [5] E. Arslan et al, *J. Appl. Phys.* 103, 103701 (2008).

Contacto: Rodrigo Juantorena, rod.jua.90@gmail.com

Martes 17 16:30 – 16:50 hs

Auditorio Mauricio López

Monitoreo de la degradación de películas delgadas de MAPbI_3 expuestas a radiación UV en presencia de oxígeno

Caram Jorge^{1 2 3}, Senno Maximiliano⁴, Gómez Andrade Victoria Alejandra⁵, Pérez María Dolores⁵, Tinte Silvia^{2 3}, Urteaga Raúl^{2 3}

¹ Centro de Investigación de Métodos Computacionales (CIMEC)

² Instituto de Física del Litoral (IFIS)

³ Facultad de Ingeniería Química (FIQ)

⁴ Instituto de Ciencia Molecular, Universidad de Valencia, España.

⁵ Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Instituto de Nanociencia y Nanotecnología (INN), Departamento de Física de la Materia Condensada

Las perovskitas híbridas de haluros de plomo demostraron propiedades superiores como materiales absorbentes de luz para su empleo en dispositivos optoelectrónicos avanzados. Su mayor evolución se produjo debido a su investigación como capa activa dentro de celdas solares. En la actualidad las celdas solares basadas en perovskitas híbridas, con su sorprendente eficiencia certificada (26,7%) [1], requieren entender con mayor profundidad los diferentes mecanismos por los cuales las propiedades de las películas se deterioran. En particular, se sabe que los perovskita híbridas de haluros de plomo sufren una degradación superficial cuando se exponen a la luz en presencia de oxígeno, lo que conduce a la descomposición de la perovskita y volatilización parcial de los productos de degradación, dando lugar a un avance de la luz hacia capas más profundas [2]. En este trabajo, se presenta una técnica de caracterización basada en la degradación capa a capa de la perovskita utilizando radiación ultravioleta de alta energía en un entorno de oxígeno. Durante este proceso, se monitorea el espectro de transmitancia de la muestra en el rango visible. Este enfoque permite la caracterización espacial de la tasa de degradación en todo el espesor de la muestra en aproximadamente una hora. La técnica no sólo permite inspeccionar la homogeneidad espacial de la película mediante un sencillo ensayo de transmitancia, sino que también introduce un modelo para interpretar la evolución del espectro. Mediante esta técnica se examinaron películas delgadas de MAPbI_3 que contienen un exceso estequiométrico de PbI_2 , cuyos beneficios en celdas solares aún están en discusión en la literatura. Además de discutirse la potencialidad de la técnica para dirimir los efectos del dopaje de MAPbI_3 con PbI_2 , se presentan resultados de la caracterización estructural con difracción de Rayos X (XRD) y superficial con espectroscopía de fotoemisión electrónica (XPS), durante el proceso de degradación bajo radiación UV.

[1] Best research-cell efficiency chart. Photovoltaic research. NREL (2024)

[2] Ouyang et. al., *J. Mater. Chem. A*, 2019, 7, 2275–2282

Miércoles 18 14:30 – 14:50 hs

Auditorio Mauricio López

Entangled states induced by electron-phonon interactions

Foa Torres Luis E. F.¹

¹ Departamento de Física, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile, Santiago, 8370415, Chile

In this talk I will present our recent research on entangled states induced by electron-phonon interactions, focusing on materials like graphene [1]. We show that electron-phonon coupling enables the formation of a gap with unique edge states [1,2,3], exhibiting a distinctive locking among propagation direction, valley, and phonon mode. This allows for the creation of electron-phonon entangled states with easily separable components [1].

[1] J. Mella, H. L. Calvo, L. E. F. Foa Torres, *Nano Letters* 23, 11013 (2023)

[2] J. Medina Dueñas, H. L. Calvo and L. E. F. Foa Torres, *Phys. Rev. Lett.* 128, 066801 (2022)

[3] For related research see <https://www.foatorres.com/>

Miércoles 18 14:50 – 15:10 hs

Auditorio Mauricio López

Influencia de las vacancias de halógeno en las propiedades de los oxihaluros BiOX ($X = \text{Br}, \text{I}$)

Jiménez Gandica Adrián^{1 2}, Morgade Cecilia I. N.^{1 3 2}, Fuente Silvia A.^{3 2}, Cabeza Gabriela F.^{1 2}

¹ Universidad Nacional del Sur (UNS), Departamento de Física

² Instituto de Física del Sur (IFISur)

³ Facultad Regional de Bahía Blanca (FRBB)

Los oxihaluros de bismuto (BiOX) en particular con X = Br e I, comenzaron a atraer la atención de la comunidad científica debido a que poseen características ópticas y electrónicas que los hacen excelentes candidatos como fotocatalizadores, sobre todo el BiOI que resulta activable bajo radiación solar, por el menor ancho de banda de energía prohibida que presenta. Los BiOX cristalizan en una estructura tipo matlockita, con capas de Bi₂O₂, intercaladas por una doble capa de átomos de halógeno con un campo eléctrico estático interno perpendicular a las mismas, lo que podría inducir una separación efectiva en la foto generación del par electrón-hueco [1]. Este trabajo tiene como objetivo estudiar el impacto de la presencia de vacantes de halógeno sobre las propiedades optoelectrónicas. Los resultados incluidos en este trabajo podrían explicar, por primera vez, las peculiaridades de los cambios observados en la función dieléctrica, así como en el resto de las propiedades ópticas. Los cálculos se realizaron empleando el paquete comercial VASP [2] basado en la teoría del funcional de la densidad (DFT-D3), el cual considera la corrección de Grimme que tiene en cuenta las fuerzas de Van der Waals [3]. En particular los resultados de optimización de parámetros son corroborados con resultados propios de difracción de rayos X obtenidos a partir de muestras sintetizadas por nuestro grupo [4].

Referencias

- 1- Li J., Yu Y., Zhang L., *Nanoscale*, 6 (2014) 847.
- 2- Kresse G., Hafner J., *Phys. Rev. B* 49 (1994) 14251.
- 3- S. Grimme, J. Antony, S. Ehrlich, and S. Krieg, *J. Chem. Phys.* 132 (2010) 154104.
- 4- C. I. N. Morgade, A. B. Schvval, S. A. Fuente, J. C. Durán Álvarez, C. Buono, P. M. Desimone, C. M. Aldao, G. F. Cabeza, *Topics in Catalysis* 65 (2022) 824.

Miércoles 18 15:10 – 15:30 hs

Auditorio Mauricio López

Estudio Estructural y Físico de Nanoestructuras basadas en Titanatos

Faccio Ricardo¹, Esteves Martín¹, Fernández-werner Luciana¹

¹ Área Física, DETEMA, Facultad de Química. Uruguay

Las celdas solares de sensibilización espectral (DSSC) son un ejemplo de cómo la nanotecnología ha aportado al desarrollo de energías renovables. Los semiconductores usualmente empleados deben tener buena superficie específica y adecuadas propiedades ópticas. Esto posiciona al TiO₂^{subíndice}, y sus titanatos derivados, de muy buena forma para su utilización en diferentes nanoestructuras y variadas relaciones de aspecto [1]. Por otra parte los titanatos pueden ser utilizados como electrolitos en baterías de ion-litio y sodio también, para lo cual se estudia su respuesta al transporte eléctrico e iónico. En este trabajo se mostrarán resultados que integran simulación y experimento para la síntesis, y caracterización de nanotubos (NTs) de titanatos. Además se mostrará su caracterización estructural [2], así como el montaje y caracterización eléctrica de prototipos DSSC, utilizando el reactivo y el producto de síntesis como fotoelectrodos y posible electrolito en baterías [3-5]. La caracterización estructural se realiza mediante difracción de rayos X convencional y dispersión de rayos X de bajo ángulo (SAXS), además de microscopía TEM, de fuerza atómica (AFM) y microscopía Raman Confocal. Toda esta información se combina con la obtenida a partir de simulación computacional[6-9], donde se recupera la sobre estructura y morfología de los NTs y sus propiedades electrónicas más relevantes[3, 10, 11]. Los prototipos DSSC se evalúan mediante curvas I-V en determinando la eficiencia de conversión fotovoltaica, realizando además estudios de espectroscopía de impedancias para estudiar los fenómenos de transferencia de carga. La eficiencia de los prototipos basados en NTs fueron de mejor desempeño que los estándares basados en anatasa, con eficiencias porcentuales de 8 y 6, respectivamente[5, 10, 12]. Los nanotubos sintetizados fueron caracterizados electrónicamente para valor su desempeño como electrolito en baterías de ion-litio y sodio[3, 5, 10, 11]. En esta presentación se resumirán las características más importantes de los nanotubos de titanatos de cara a su aplicaciones en energía, y mostrando el rol que cumple la simulación computacional para entender sus características físicas y estructurales relevantes a escala nano.

REFERENCIAS

- [1] R. Faccio, L. Fernandez-Werner, et al., *Recent Pat Nanotechnol*, 5 (2011) 46-61.
- [2] L. Fernández-Werner, F. Pignanelli, et al., *Journal of Energy Storage*, 12 (2017) 66-77.
- [3] L. Amy, S. Favre, et al., *Materials Today Communications*, 33 (2022) 104908.
- [4] J. Juan, L. Fernández-Werner, et al., *Appl. Surf. Sci.*, 566 (2021) 150679.
- [5] M. Esteves, L. Fernández-Werner, et al., *Ceram. Int.*, 46 (2020) 2877-2886.
- [6] E. German, R. Faccio, et al., *Appl. Surf. Sci.*, 428 (2018) 118-123.
- [7] L. Fernández-Werner, E.A. González, et al., *The Journal of Physical Chemistry C*, 122 (2018) 3363-3370.
- [8] E. German, R. Faccio, et al., *Journal of Physics Communications*, 1 (2017) 055006.
- [9] E. German, R. Faccio, et al., *Appl. Surf. Sci.*, 426 (2017) 1182-1189.
- [10] M. Esteves, L. Fernández-Werner, et al., *Appl. Surf. Sci.*, 552 (2021) 149534.
- [11] L. Amy, S. Favre, et al., *Appl. Surf. Sci.*, 555 (2021) 149610.
- [12] M. Esteves, D. Mombrú, et al., *Appl. Surf. Sci.*, 535 (2021) 147733.

Miércoles 18 15:30 – 15:50 hs

Auditorio Mauricio López

Caracterización estructural, magnética y eléctrica de $\text{Lu}_{1-x}\text{Ba}_x\text{Fe}_{0,5}\text{Mn}_{0,5}\text{O}_3$ con $(0 \leq x \leq 0.3)$

Lurgo Florencia E.¹, Limandri Silvina², Tiraó German², Sánchez Rodolfo D.¹¹ Instituto de Nanociencia y Nanotecnología (INN), Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Centro Atómico Bariloche (CAB)² Facultad de Matemática Astronomía, Física y Computación (FAMAF), Instituto de Física Enrique Gaviola (IFEG)

Se sintetizaron perovskitas $\text{Lu}_{1-x}\text{Ba}_x\text{Fe}_{0,5}\text{Mn}_{0,5}\text{O}_3$ con $(0 \leq x \leq 0.3)$ mediante el método sol-gel. A través de DRXP (difracción de rayos X de polvos) se determinó que todas las composiciones cristalizan en el grupo espacial $P6_3cm$ de celda hexagonal y el volumen de celda disminuye ligeramente al aumentar el contenido de Ba^{2+} . Mediante la técnica de espectroscopía de emisión de rayos X de alta resolución (XES-HR), se estudió el cambio en el estado de oxidación del catión Mn, analizando los cambios en la región espectral Mn-K β . A medida que aumenta el contenido de Ba^{2+} , se produce el cambio de Mn^{3+} a Mn^{4+} . Las medidas de $\rho(T)$ vs T muestran un comportamiento aislante. En $\text{LuFe}_{0,5}\text{Mn}_{0,5}\text{O}_3$ dominan las interacciones de superintercambio antiferromagnéticas (AFM) y con la adición de Ba^{2+} se observa un estado ferromagnético (FM), posiblemente generado por la interacción FM de doble intercambio (DE) de Mn ($\text{Mn}^{3+}\text{-Mn}^{4+}$).

Miércoles 18 15:50 – 16:10 hs

Auditorio Mauricio López

La Espectroscopia de foto voltaje de superficie, una técnica versátil para caracterizar materiales y dispositivos semiconductores

Sánchez Colina María¹¹ Universidad de la Habana

La espectroscopia de foto voltaje superficial (SPS) es una poderosa herramienta para la caracterización de materiales semiconductores. Esta técnica se basa en la medición del cambio que sufre el potencial superficial en función de la energía de los fotones incidentes y proporciona información sobre parámetros básicos tales como la energía de la banda prohibida y la longitud de difusión de los portadores minoritarios. Además, es útil para obtener información sobre intercaras enterradas en estructuras multicapa, permitiendo obtener una imagen detallada del diagrama de bandas de la estructura. En este trabajo se presentan los fundamentos y detalles experimentales de la SPS y resultados de la caracterización de: nanoestructuras de $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ y capas delgadas de MoO_3 crecidas sobre sustratos de silicio. Se midió la variación del fotovoltaje superficial con la temperatura en pozos cuánticos de $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ entre 20 y 275 K, demostrando que las transiciones correspondientes a las barreras y a los pozos se pueden identificar claramente incluso a temperatura ambiente. Por último, reportamos una aplicación original de la SPS para la caracterización de diodos láser de $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ y celdas solares de varios materiales demostrando la eficacia de esta técnica como herramienta sencilla, sin contacto y no destructiva en la caracterización no sólo de materiales sino también en dispositivos semiconductores. Se utilizó la Microscopía de Fuerza con Sonda Kelvin (KPFM) para la medición directa de los mapas de potencial superficial.

Miércoles 18 16:10 – 16:30 hs

Auditorio Mauricio López

Estudio de la anisotropía magnética del TiO_2 (anatasa) debido a efectos estructurales

Zúñiga Julián A.¹, Mudarra Navarro Azucena M.¹, Gil Rebaza Arles V.¹¹ Dpto. Física e Instituto de Física La Plata (CONICET), Universidad Nacional de La Plata, La Plata [1900], Buenos Aires-Argentina

En este trabajo se estudia el magnetismo d^0 en el sistema TiO_2 (anatasa) considerando efectos estructurales dados por el dopaje con H (sustitución catiónica) y vacancias de O o Ti. Se pretende determinar la anisotropía magnética y el eje fácil de magnetización por medio de magnetismo no colineal dado por el Acoplamiento Espín-Órbita (SOC).

Los cálculos ab-initio se realizaron en el marco de la Teoría del Funcional de la Densidad (DFT), considerando SOC y efectos relativistas. Las ecuaciones autoconsistentes de Kohn-Sham se resolvieron utilizando el método de ondas planas y pseudopotenciales (QuantumEspresso). La parte de intercambio-corrección se describió utilizando la parametrización PBE de la Aproximación de Gradiente Generalizado (PBE-GGA) [1].

Para el modelo teórico descrito se obtuvo que la energía de formación más estable se presenta cuando hay sustitución de O por H. Además, la magnetización proviene de la polarización de espín y de una contribución orbital. En consecuencia, irradiar con iones (H) permite la creación reproducible de una cierta densidad de defectos y desencadena Magnetismo Inducido por Defectos (DIM) de manera controlada, lo cual es necesario para sus aplicaciones en espintrónica [2].

Referencias

[1] J. P. Perdew, Ki. Burke and M. Ernzerhof, Phys. Rev. Lett. **77**, 3865-3868 (1996).

[2] A. P. D. Esquinazi, W. Hergert, M. Stiller, L. Botsch, H. Ohldag, D. Spemann, M. Hoffmann, W. A. Adeagbo, A. Chassé, S. K. Nayak, and H. Ben Hamed, *Phys. Status Solidi B*, **257**, 1900623 (1-29) (2020).

Miércoles 18 16:30 – 16:50 hs

Auditorio Mauricio López

Diseño teórico de un nano-dispositivo basado en un polímero conductor.

Arancibia Leandro Manuel¹, Bertoni Andrés Ignacio¹, Sánchez Cristián Gabriel¹, Lobos Alejandro Martín¹

¹ *Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN), Universidad Nacional de Cuyo (UNCuyo), Instituto Interdisciplinario de Ciencias Básicas (ICB), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)*

Proponemos teóricamente un nanodispositivo basado en un polímero conductor (trans-poliacetileno), acoplado capacitivamente a compuertas de voltaje externas. Modelamos el dispositivo integrado utilizando un Hamiltoniano tipo Su-Schrieffer-Heeger (SSH) y demostramos la aparición de paredes de dominio localizadas con cargas cuantizadas (es decir, excitaciones de solitones) localizadas en las compuertas. Notablemente, al aumentar el voltaje aplicado, se pueden acumular múltiples cargas discretas, lo cual puede ser útil para potenciales aplicaciones tecnológicas. Al explotar el carácter topológico de las excitaciones solitónicas del trans-poliacetileno, este dispositivo puede considerarse como un punto cuántico orgánico con carga cuantizada.

[1] arXiv:2404.15257

Jueves 19 14:30 – 14:50 hs

Auditorio Mauricio López

Optical properties and superradiance in 3D Superlattices of CsPbX₃ nanocrystals

Martínez Pastor Juan P.¹

¹ *Instituto de Ciencia de Materiales (ICMUV), Universidad de Valencia, C/Catedrático José Beltrán, 2, Paterna E-46980, Spain*

Self-assembled nanocrystals (NCs) into superlattices (SLs) are alternative materials to polycrystalline films and single crystals, which can behave very differently from their constituents, especially when they interact coherently with each other, leading to collective emission, as superfluorescence [1,2]. In this work we concentrate on the Superradiance (SR) emission observed in SLs formed by CsPbX₃ NCs synthesized by hot injection with synthesized with oleic acid and oleylamine (OA/OAM) and didodecyldimethylammonium bromide (DDAB) ligands. These SLs were studied by Photoluminescence (PL), Time Resolved PL (TRPL) and Micro-PL/TRPL spectroscopy at low and high temperatures to extract information about the SR states and uncoupled domains of NCs. In the case of CsPbBr₃ SLs formed by large sized NCs we have measured very narrow (1-5 meV) emission lines on the low energy side of their μ -PL spectra, which can be considered near homogeneous, and characterized by lifetimes as short as 160 ps. The enhancement factor estimated for these low energy narrow lines can reach values as high as 10, like the value estimated from the inverse ratio of their lifetimes over that in a film, which is associated to domains of nearly identical NCs formed by 1000 to 40000 NCs within the micrometric SLs [3]. Therefore, the nature of these emission lines is consistent with a SR exciton state whose origin is due to the coupling of optical dipoles in perovskite NCs; this origin is consistent with our estimate of the correlation length for these SL domains with correlated NCs. The coherence of the SR exciton state has been studied in the temperature region dominated by a radiative recombination dynamics (from 4 to 70-80 K). The importance of thermal decoherence for the SR state is observed above 25 K and due to its coupling with an effective phonon energy of around 8 meV. The emission of high energy states in the SL spectra are also characterized by short lifetimes, because of Förster transfer of energy (from small to large NCs of the distribution or from high to low emission energies). More recent work on perovskite SLs is being directed to a better control of the SL growth and evaluating the effect of a solid-state anion state procedure [4] on initially formed CsPbBr₃ SL and the optical properties of the SLs, including the superriant state.

E-mail: juan.mtnez.pastor@uv.es

[1] G. Raino et al., *Nature* **563**, 671 (2018); I. Cherniukh et al., *Nature* **593**, 535 (2021).

[2] H. Pashaei Adl, S. Gorji, G. Muñoz-Matutano, A. F. Gualdrón-Reyes, I. Suárez, V. S. Chirvony, I. Mora-Seró, J. P. Martínez-Pastor, *Adv. Optical Mater.* **11**, 2202497 (2023).

[3] R. I. Sánchez-Alarcón, J. Noguera-Gomez, V. S. Chirvony, P. P. Boix, G. Alarcón-Flores, J. P. Martínez-Pastor, and R. Abargues, *Nanoscale* **14**, 13214 (2022).

Jueves 19 14:50 – 15:10 hs

Auditorio Mauricio López

Disipación de potencia por nanopartículas magnéticas bajo campos RF en función de la distancia entre partículas: aplicación a nanowarming de

tejidos.

Medina Josefina Eleonora¹, Bruvera Ignacio Javier²

¹ Universidad Nacional de La Plata (UNLP)

² Universidad Nacional de La Plata (UNLP), Instituto de Física de La Plata (IFLP)

Según la Organización Mundial de la Salud, en el 2016 el número de órganos trasplantados por año cubre alrededor del 10%. Para la recuperación exitosa de las muestras criopreservadas se necesita que tanto el congelamiento como el descongelamiento sean rápidos y uniformes para lograr la vitrificación reversible evitando la formación de cristales de hielo y la generación de esfuerzos mecánicos que afecten la viabilidad de los tejidos. Existen tasas críticas de enfriamiento y calentamiento que deben superarse de manera homogénea en todo el volumen a vitrificar. Las tasas críticas de enfriamiento (aprox 0.05 K/s) se pueden alcanzar para muestras pequeñas (¡80 ml) por inmersión directa en nitrógeno líquido, pero las tasas de calentamiento para pasar directamente del estado vitrificado al descongelado son 20 veces mayores. El calentamiento convectivo convencional es incapaz de generar esas tasas de manera homogénea en muestras de más de 100 ml. [2] Las nanopartículas magnéticas (NPM) expuestas a campos de radiofrecuencia (RF), pueden ser utilizadas como transductores de energía electromagnética en calor para varias aplicaciones biomédicas. En estas aplicaciones se aprovecha la biocompatibilidad intrínseca de las NPM de óxidos de hierro y la inocuidad biomédica de los campos magnéticos RF utilizados. Definimos como nanowarming a la utilización de NPM en el descongelamiento de tejidos criopreservados. En esta técnica, se utilizan NPM previamente incorporadas al tejido para lograr un descongelamiento rápido y homogéneo que minimiza el daño celular y los esfuerzos mecánicos. Durante la última década, la propuesta del nanowarming como una alternativa al descongelamiento convectivo de tejidos criopreservados ha cobrado relevancia dentro de la investigación. Esta propuesta viene siendo aplicada con resultados exitosos a cultivos de células madre, corazones murinos, riñones, corazones e hígados de rata, organoides de células madre y cartílago articular porcino [3]. En todos estos casos se comprobó la viabilidad biológica e integridad estructural de los tejidos posterior a su descongelamiento. El principal parámetro de interés para las aplicaciones del nanowarming es la eficiencia del calentamiento i.e. la potencia absorbida por unidad de masa de NPM. Esta depende de las propiedades intrínsecas de las partículas y de las propiedades del medio. En este trabajo se ha estudiado cómo la concentración de NPM en suspensión acuosa afecta su respuesta magnética al determinar la intensidad de las interacciones dipolares [4]. Para esto se caracterizó la respuesta magnética a campos RF de suspensiones acuosas de NPM a diferentes concentraciones mediante un sistema ad hoc de medición de ciclos magnéticos por inducción. Se estudió la forma de los ciclos magnéticos y sus principales parámetros para determinar el efecto de las interacciones dipolares en cada condición.

1. Organización Mundial de la Salud. Región de las Américas. (2019) Donación y trasplantes.

<https://www.paho.org/es/temas/donacion-trasplantes> 2. Manuchehrabadi, N., et al. (2017). Improved tissue cryopreservation using inductive heating of magnetic nanoparticles. *Science translational medicine*, 9(379), eaah4586. 3. Chen, P., et al. (2023). Nanowarming and ice-free cryopreservation of large sized, intact porcine articular cartilage. *Communications Biology*, 6(1), 220. 4. Bruvera, I. J., et al. (2019). Typical experiment vs. in-cell like conditions in magnetic hyperthermia: Effects of media viscosity and agglomeration. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, 491, 165563.

Jueves 19 15:10 – 15:30 hs

Auditorio Mauricio López

Cálculo de constantes elásticas y propiedades mecánicas de Fe en condiciones extremas de temperatura y presión

Deluigi Orlando Raúl^{1,2}, Branga Eduardo M.^{1,2,3}

¹ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

² Facultad de Ingeniería, Universidad de Mendoza

³ Centro de Nanotecnología Aplicada, Facultad de Ciencias, Universidad Mayor, Santiago, Chile

Se considera que el Fe es el principal componente del núcleo terrestre y también uno de los materiales más estudiados por sus aplicaciones tecnológicas. Si bien se han ampliado los conocimientos sobre este material en las condiciones extremas de presión y temperatura del núcleo, aún quedan interrogantes sobre la fase cristalina, la microestructura y las propiedades mecánicas en esas condiciones. Para intentar responder estos interrogantes, estudiamos el comportamiento elástico del Fe con estructura hexagonal compacta (hcp) en las condiciones del núcleo terrestre a presiones desde los 300 GPa hasta los 360 GPa y temperaturas de 1000-6000K, mediante dinámica molecular (MD) utilizando un potencial interatómico de método de átomo embebido (EAM) ajustado a esas condiciones [1]. Calculamos la difusividad, las constantes elásticas, la densidad, el módulo de compresibilidad, el módulo de corte y las velocidades del sonido en función de la temperatura. Obtenemos una concordancia razonable con simulaciones ab-initio y con otras simulaciones con potenciales de "machine learning" tipo DeepMD [2]. Nuestras densidades y módulo de corte (G) son ligeramente más altos que los del modelo empírico PREM [3] para el núcleo. Se discute la estabilidad de fase en términos de los criterios de Born y las energías libres, encontrando que la estructura hcp es mecánicamente estable y que la diferencia de energía libre entre las estructuras hcp y cúbica centrada en el cuerpo (bcc) es muy pequeña en comparación con la energía térmica. Comparamos G obtenido de nuestras simulaciones con varios modelos analíticos, obteniendo una excelente concordancia con el modelo de "Atom in Jellium" de Swift et al. [4]. Suponiendo que la resistencia a la fluencia Y es igual a $Y=G/30$, encontramos una concordancia razonable con una parametrización reciente del modelo de Steinberg-Guinan [5] y el modelo de "Atom in Jellium". Estos

resultados pueden llevar a futuras simulaciones a gran escala de varios millones de átomos de Fe en condiciones del núcleo para muestras con microestructura como límites de grano y maclas, que podrían estar presentes bajo esas condiciones. [1] Belonoshko et al, Science 316 (2007) 1603. [2] Li and Scandolo, Geophys. Res. Lett. 49 (2022) e2022GL101161. [3] Dziejowski and Anderson. Phys. of the Earth and planetary interiors 25 (1981) 297. [4] Swift et al, PRB 105 (2022) 024110. [5] Steinberg et al., J. Appl. Phys. 51 (1980) 1498.

Jueves 19 15:30 – 15:50 hs

Auditorio Mauricio López

Propiedades físicas y actividad fotocatalítica de polvos de ZnO puros y dopados con manganeso sintetizados por diferentes métodos

Pais Ospina Daniel¹, Comedi David¹, Marin-ramirez Oscar¹

¹ Instituto de Física del Noroeste Argentino (IFINOA), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Universidad Nacional de Tucumán (UNT), Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología (FACET), Departamento de Física, NANOPROJECT, Laboratorio de Física del Sólido y Laboratorio de Nanomateriales.

La contaminación de las fuentes de agua es un grave problema en la actualidad, con impacto local y global afectando la calidad y producción de alimentos, la salud y calidad de vida [1]. Como sociedad, debemos tomar medidas urgentes para desarrollar metodologías que busquen remediar los problemas existentes previendo problemas futuros. Los procesos fotocatalíticos para la remediación de aguas usando óxidos semiconductores han sido ampliamente estudiados en los últimos años. Estudios en ZnO han mostrado su potencial como fotocatalizador de reacciones de degradación de contaminantes, evidenciando que tanto el dopaje con metales de transición como la nanoestructuración pueden mejorar sensiblemente su actividad fotocatalítica [2,3]. Teniendo presente lo anterior, se sintetizaron ZnO dopados con un 3 % nominal de manganeso por tres métodos distintos: coprecipitación, solvo e hidrotermal; usando metanol como solvente para la síntesis solvotermal y hexametilentetramina (HMTA) como agente alcalino en todos los métodos. Las muestras fueron caracterizadas a través espectroscopía Raman y de fotoluminiscencia, SEM y XRD. Se usaron azul de metileno y rodamina b como colorantes contaminantes modelos para evaluar la actividad fotocatalítica. Con este fin, se empleó un LED UV con emisión en 365 nm como fuente de excitación y se monitoreó la degradación del colorante con espectrofotometría UV-Vis. La cristalización en fase wurtzita, típica del ZnO, fue verificada para todas las muestras usando Difracción de Rayos X y espectroscopía Raman. Según el análisis de imágenes usando ImageJ, producto de la síntesis hidrotermal se obtuvieron microbarras con un tamaño promedio de $(3.1 \pm 0.6) \mu\text{m}$ para la muestra sin dopar y $(1.5 \pm 0.2) \mu\text{m}$ para la dopada con Mn, mientras que por coprecipitación sin dopar se alcanzaron sub-microprismas con un tamaño promedio de $(0.7 \pm 0.1) \mu\text{m}$ y la muestra dopada con Mn de $(0.3 \pm 0.1) \mu\text{m}$. Para el caso de la síntesis solvotermal se lograron nanopartículas esféricas con un tamaño promedio de $(25 \pm 5) \text{nm}$ para la muestra sin dopar y $(35 \pm 6) \text{nm}$ para la muestra dopada con Mn. Junto a los cambios morfológicos inducidos tanto por el dopaje como por la técnica de síntesis, los resultados de fotoluminiscencia y espectroscopía Raman mostraron cambios drásticos en la densidad de defectos, evidenciado por la emisión de luz visible y el corrimiento de los modos E2, respectivamente. Entre los materiales estudiados se observó que el de mejor actividad fotocatalítica fue el ZnO sintetizado por solvotermal con 88 % de degradación del azul de metileno después de 60 minutos de reacción. Además, se obtuvo un comportamiento opuesto con el dopaje con manganeso: mientras que para el caso de los polvos obtenidos por solvotermal disminuyó la actividad fotocatalítica pasando de 88 % a 42 % de degradación, para el caso de coprecipitación no se observó un cambio significativo (83 % a 81 %). Igual comportamiento se observó en la degradación de rodamina b: para el caso de solvotermal sin dopar se obtuvo una degradación de 91 % y la dopada con Mn de 56 % después de 90 minutos de reacción mientras que para el caso de coprecipitación no se observaron grandes diferencias teniendo una degradación del 86 % para la muestra sin dopar y 87 % para la dopada con Mn.

Referencias

- [1] V. Geissen, H. Mol, E. Klumpp, G. Umlauf, M. Nadal, M. van der Ploeg, S.E.A.T.M. van de Zee, C.J. Ritsema. Emerging pollutants in the environment: A challenge for water resource management, Int. Soil Water Conserv. Res.3 57-65 (2015).
- [2] C. Yang, J. Yu, Q. Li, Y. Yu, Facile synthesis of monodisperse porous ZnO nanospheres for organic pollutant degradation under simulated sunlight irradiation: The effect of operational parameters, Mater. Res. Bull. 87 (2017).
- [3] O. Marin-Ramirez, M. Cornet, D. Pais Ospina, M. Manotas-Albor, M. Millan, E. Mosquera-Vargas, M. Tirado, D. Comedi. Environmental-related applications of ZnO nanopowders: Photocatalytic activity and photoluminescence response to ethanol, Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management, Vol.21, 100947 (2024).

Jueves 19 15:50 – 16:10 hs

Auditorio Mauricio López

Estudio del magnetismo inducido por átomos aislados de flúor adsorbidos en Grafeno

Hernandez-nieves Alexander D.¹, Rivera-julio J², Guzman-arellano R. M.³, Gonzalez-garcia A⁴

¹ Centro Atómico Bariloche y CONICET, 8400 S. C. de Bariloche, Argentina.

² Universidad Metropolitana de Barranquilla, Barranquilla, Colombia.

³ Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 15081 Lima, Peru

⁴ Universidad del Norte, Barranquilla, Colombia.

Diferentes tipos de átomos adsorbidos pueden inducir magnetismo en el grafeno. Entre todos los átomos estudiados, el magnetismo inducido por átomos ligeros como H, F y C sobre grafeno ha recibido gran atención debido a que no involucra orbitales d o f. En el caso de un átomo de flúor aislado sobre grafeno, los resultados experimentales hasta ahora no son suficientes para aclarar el magnetismo inducido [1,2,3]. En este trabajo, llevamos a cabo un estudio exhaustivo utilizando la Teoría de Funcional Densidad (DFT) con diferentes funcionales (HSE, PBEsol y ACBN0) y también cálculos DFT + U + V para investigar las propiedades de adsorción y magnéticas de átomos de flúor aislados sobre grafeno. Nuestros resultados revelan que los funcionales de gradiente generalizado (GGA) predicen erróneamente un estado fundamental no magnético, mientras que cálculos más precisos, como los funcionales híbridos y cálculos de DFT + U + V predicen un momento magnético de 1 Magnetón de Bohr por celda para el sistema de grafeno con flúor adsorbido. A continuación, desarrollamos un modelo de enlace fuerte basado en nuestros resultados DFT, usando funciones de Wannier, el cual reproduce con precisión la estructura electrónica y el orden magnético observados. Esto permite dilucidar los orígenes físicos e identificar los factores clave que influyen en el comportamiento magnético de estos sistemas covalentes, allanando el camino para una comprensión más profunda del sistema y proporcionando una herramienta computacionalmente eficiente para explorar la estructura electrónica y el comportamiento magnético del sistema. Nuestro trabajo demuestra la importancia crucial de un tratamiento preciso de las correlaciones electrónicas para capturar el estado fundamental magnético en estos sistemas, contribuyendo a la comprensión del magnetismo inducido por átomos ligeros en grafeno.

[1] Hong et al., *Physical Review B* 83, 085410 (2011) [2] Nair et al., *Nature Physics* 8 199–202 (2012) [3] Hong et al., *Phys. Rev. Lett.* 108, 226602 (2012)

Jueves 19 16:10 – 16:30 hs

Auditorio Mauricio López

Condensados de polaritones en acopladores de guía de ondas de microcavidad

Rozas Elena¹, Yulin Alexey², Klembt Sebastian^{3 4}, Höfling Sven^{3 4}, Martín Maria Dolores^{1 5}, Viña Luis^{1 5}

¹ *Departamento de Física de Materiales and Instituto Nicolás Cabrera, Universidad Autónoma de Madrid, 28049 Madrid, Spain.*

² *Department of Physics and Engineering, ITMO University, St. Petersburg 197101, Russia.*

³ *Technische Physik, Wilhelm-Conrad-Roentgen-Research Center for Complex Material Systems. D-97074 Wuerzburg, Germany.*

⁴ *Wuerzburg-Dresden Cluster of Excellence ct.qmat, Universitaet Wuerzburg, D-97074 Wuerzburg, Germany.*

⁵ *Instituto de Física de la Materia Condensada, Universidad Autónoma de Madrid, 28049 Madrid, Spain*

En este trabajo demostramos la operatividad de nuevos dispositivos para el enrutamiento de materia, semejantes a los routers fotónicos, en nuestro caso para guiar condensados de polaritones: los acopladores de microcavidad. Estos dispositivos consisten en guías de ondas ópticas paralelas muy próximas entre sí, de modo que se pueda intercambiar energía entre ellas. La potencia acoplada, limitada por el solapamiento de los modos en los brazos del acoplador, está determinada por la separación entre las guías de onda, la longitud de onda de los condensados polaritónicos, la evanescencia de los modos y la longitud de interacción en los acopladores [1].

Investigamos la naturaleza de la propagación de los condensados a lo largo de los brazos del acoplador mediante una combinación de medidas de microtomografía resueltas en el tiempo (ps) y un modelo teórico basado en una aproximación de campo medio para la descripción de los condensados. Prestamos especial atención al acoplamiento entre los dos brazos para diferentes parámetros de los acopladores, excitados en los terminales de entrada de los dispositivos, a diferentes densidades de potencia, midiendo la emisión de luz en la región de acoplamiento bloqueando la emisión de los terminales de entrada y salida utilizando filtros espaciales. El acoplamiento evanescente de las funciones de onda macroscópicas entre las guías de onda se revela en oscilaciones en el espacio real del condensado. Estas oscilaciones tipo Josephson sólo se había observado en trampas de polaritones acopladas. Nosotros obtenemos un acoplamiento similar en un diseño controlable basado en las guías de ondas. Haciendo uso de estas oscilaciones, controlando la separación entre las guías acopladas, la longitud de la zona de acoplamiento o la energía de propagación, se puede elegir el puerto de salida del fluido de polaritones [2].

También presentamos la dinámica de polarización lineal de los condensados de polaritones propagantes. Demostramos que existe una orientación preferencial de la polarización lineal de los condensados a lo largo de la trayectoria de propagación en las guías de onda. En los terminales de salida observamos una oscilación en la emisión polarizada linealmente, que surge de la presencia de la curvatura de 45° en los acopladores y del desdoblamiento TE-TM de los modos fundamentales de las guías de onda [3].

Este dispositivo codireccional de polaritones es un elemento acoplador pasivo y escalable que puede servir para arquitecturas lógicas compactas de próxima generación.

[1] J. Bierlein et al., *Phys. Rev. Lett.* 126 (2021) 075302

[2] E. Rozas et al., *ACS Photonics* 8 (2021)

[3] E. Rozas et al., arXiv:2401.10742

Jueves 19 16:30 – 16:50 hs

Auditorio Mauricio López

Estudio con la temperatura del ferroeléctrico relaxor BZTLavado Cristian¹, Di Rino Franco¹, Machado Rodrigo¹, Stachiotti Marcelo¹, Sepliarsky Marcelo¹¹ *Instituto de Física Rosario (IFIR), Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura (FCEIA), Universidad Nacional de Rosario (UNR)*

Las soluciones sólidas basadas en BaTiO_3 forman una de las familias de compuestos libres de plomo más prometedoras para su uso en dispositivos amigables con el medio ambiente. Por ejemplo, la solución sólida $\text{BaZr}_x\text{Ti}_{1-x}\text{O}_3$ (BZT) surge de la sustitución isovalente de Ti por Zr y se ha convertido en un compuesto muy atractivo por sus propiedades dieléctricas y piezoeléctricas ya que puede alcanzar propiedades similares a las del PZT. A pesar de los importantes avances que se han logrado en los últimos años, aún falta una comprensión más profunda de los mecanismo microscópicos que dan origen al cambio de las propiedades de la solución en función de la composición. En este trabajo utilizamos un modelo a nivel atómico para estudiar el comportamiento del BZT en función de la concentración, orden químico y temperatura. El modelo de capas empleado se desarrolló a partir del ajuste simultáneo de los parámetros que describen los compuestos extremos BaTiO_3 y BaZrO_3 a resultados de cálculos *ab-initio* y permite estudiar el comportamiento de la solución en todo el rango de concentraciones sin necesidad de parámetros adicionales. Para sistemas desordenados, las simulaciones por dinámica molecular muestran que el modelo reproduce apropiadamente el diagrama de fases temperatura-concentración observado experimentalmente. Las temperaturas a las que tienen lugar las tres transiciones de fase ferroeléctricas que posee el BaTiO_3 se aproximan entre sí a medida que aumenta el porcentaje de Zr y convergen para $x = 0.15$. A mayores concentraciones de Zr las fases ferroeléctricas desaparecen y el sistema entra en un régimen de comportamiento relaxor. Para concentraciones aún mayores, la solución es paraeléctrica a toda temperatura. El comportamiento observado cambia notoriamente con la distribución de los Ti y Zr en el sitio de B de la estructura de perovskita. Para el caso particular de $x = 0.5$, mientras que la fase relaxor caracteriza la configuración desordenada, una estructura paraeléctrica surge cuando el orden es tipo sal de roca, una fase ferroeléctrica tetragonal emerge al acomodar los iones en columnas verticales en una distribución tipo tablero de ajedrez en el plano perpendicular y una fase ortorrómbica se estabiliza al considerar un superred epitaxial 1:1. El comportamiento obtenido puede describirse a partir de la competencia entre los Ti que favorecen la formación de estructuras polares y los Zr que las suprimen.

Martes 17 14:30 – 14:50 hs

Sala Postgrado Química

MgO:Eu,Li como centellador para dosimetría por fibra óptica: Cámara de ionización vs. Simulaciones por Monte Carlo

Fernández Yohanna^{1,2}, Martínez Nahuel^{1,2}, Molina Pablo^{1,2}, Marcazzó Julián^{1,2}, Santiago Martín^{1,2}¹ Instituto de Física Arroyo Seco (IFAS)² Centro de Investigaciones en Física e Ingeniería del Centro de la Provincia de Buenos Aires (CIFICEN)

La dosimetría in vivo es un método directo para medir la dosis entregada a pacientes con cáncer en un tratamiento de radioterapia. El objetivo es verificar que el tratamiento se lleve a cabo según lo prescrito. Es un método adecuado tanto para supervisar la dosis depositada en el tratamiento como para detectar errores tempranos durante el mismo (como los que se pueden producir por fallas del equipo, movimientos del paciente, etc.) [1]. Para detectar de forma rápida estos errores es necesario que además el sistema dosimétrico responda en tiempo real. Una técnica prometedora que cumple con estas características es la dosimetría por fibra óptica (DFO).

Una práctica muy usual en dosimetría es la caracterización y el control del haz de radiación de un equipo, a través de distintos experimentos. Uno de ellos es el porcentaje de dosis en profundidad (PDD), el cual representa la variación de la dosis absorbida en un medio material con la distancia, a lo largo del eje del haz. Se expresa en porcentaje respecto del valor máximo. Esta función depende de la energía del haz, la distancia de la fuente a la superficie del medio, del tamaño de campo y de la profundidad en el medio.

A través de mediciones preliminares hechas en Laboratorio, el MgO:Eu,Li ha demostrado tener características promisorias para el uso clínico en DFO. De esta forma, se obtuvieron curvas de PDD para diferentes tamaños de campo mediante simulaciones MC para este compuesto. Los resultados son comparados con simulaciones en condiciones similares de un centellador tejido-equivalente y con mediciones experimentales realizadas con una cámara de ionización.

Los resultados indican la factibilidad de construir una punta dosimétrica (PD) de geometría cilíndrica basada en MgO:Eu,Li, con respuesta similar a una cámara de ionización.

[1] IAEA (2013). Development of Procedures for In Vivo Dosimetry in Radiotherapy. Technical report, International Atomic Energy Agency.

Martes 17 14:50 – 15:10 hs

Sala Postgrado Química

Aceleración de planes de tratamiento en BNCT mediante redes neuronales artificiales

Marzik Guillermo¹, Capoulat María Eugenia², Kreiner Andrés², Minsky Daniel²¹ Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Gerencia de Investigación y Aplicaciones, Subgerencia de Tecnología y Aplicaciones de Aceleradores² Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Universidad Nacional de Gral. San Martín (UNSAM), Gerencia de Investigación y Aplicaciones, Subgerencia Tecnología y Aplicaciones de Aceleradores, Escuela de Ciencia y Tecnología

Una de las claves para lograr resultados satisfactorios en tratamientos basados en la Terapia por Captura Neutrónica en Boro (BNCT, en inglés) consiste en una cuidadosa planificación de tratamiento. Se debe analizar la distribución de dosis en los distintos órganos del paciente dada una fuente de neutrones de características conocidas, posicionada en un abanico de posiciones. En base a los mapas de dosis que se confeccionan se determina si el tratamiento propuesto es adecuado o no. Actualmente estos mapas se calculan mediante simulaciones del transporte neutrónico y fotónico por Monte-Carlo que son computacionalmente lentas y costosas. Esto dificulta una correcta planificación de tratamiento, al limitar la cantidad de configuraciones que se pueden estudiar en un tiempo razonable, volviendo prohibitiva una optimización real. Se propone aplicar algoritmos de aprendizaje automático para acelerar el cómputo de los mapas de dosis.

Se desarrolló una base de datos de simulaciones Monte-Carlo con tres grados de convergencia: incompleta, parcial y completa. Las simulaciones se basaron en 230 tomografías de pacientes con tumores en cabeza y cuello. De cada tomografía se tomaron 84 campos de irradiación distintos. Las simulaciones de convergencia incompleta, su error estadístico y la tomografía del paciente se usaron como entradas para una red neuronal, cuya referencia fueron las simulaciones de convergencia parcial. Las simulaciones de convergencia completa se utilizaron para evaluar el modelo.

Se determinó que el 97 % de los vóxeles pertenecientes a las predicciones de la red neuronal realizadas sobre el conjunto de datos de evaluación presentaron un error relativo menor al 5 % con respecto al máximo valor de dosis obtenido en las simulaciones de convergencia completa. En contraste, sólo un 67 % de las simulaciones de convergencia incompleta cumplieron este requerimiento. Si bien la red fue entrenada con las simulaciones de convergencia parcial, logra inferir resultados de convergencia completa. El modelo propuesto permitió reducir los tiempos de inferencia en tres órdenes de magnitud respecto de lo que demandaría un cálculo por Monte-Carlo completamente convergido, manteniendo la calidad de los mapas. Se concluye que los modelos basados en redes neuronales, como el que proponemos aquí, pueden mejorar significativamente la eficiencia del cálculo de dosis en BNCT. A futuro, esta herramienta permitiría realizar una optimización real de estos tratamientos.

Martes 17 15:10 – 15:30 hs

Sala Postgrado Química

Dose Point Kernel para emisores alfa en tejidos biológicos para aplicaciones en medicina nuclear

Scarinci Ignacio Emanuel¹, Pérez Pedro Antonio¹, Valente Mauro Andrés^{2 1}¹ Instituto de Física Enrique Gaviola (IFEG), Laboratorio de Investigaciones e Instrumentación en Física Aplicada a la Medicina e Imágenes por Rayos X - LIIFAMIRx, FAMAFA, Uni² Centro de Excelencia en Física e Ingeniería en Salud (CFIS), Dpto. de Ciencias Físicas, Universidad de La Frontera, Temuco, 4780000, Chile.

Las terapias basadas en radio-fármacos que conjugan una molécula carrier con un radio-isótopos emisor alfa como ²²³Ra [1] o ²²⁵Ac [2] han demostrado ser altamente eficaces en el tratamiento del cáncer. Estos agentes radiomarcados tienen la capacidad de dirigirse específicamente al tejido tumoral, permitiendo así una alta selectividad en el tratamiento.

Sin embargo, la administración de estos radio-fármacos resulta en una distribución de la radioactividad que presenta altos niveles de heterogeneidad y que depende del metabolismo del paciente. Por lo tanto, el desarrollo de métodos para la estimación de dosis a nivel paciente específico es crucial para mejorar la predicción de la eficacia del tratamiento [3].

Dada la naturaleza de la deposición de energía de las partículas alfa en rangos de unos pocos micrómetros, es útil disponer de modelos dosimétricos a nivel sub-órgano o a pequeñas escalas [4]. Para ello, se emplean imágenes histológicas en estudios pre-clínicos para evaluar la capacidad de estos radio-isótopos de generar daño letal a las células tumorales.

En este contexto, el presente trabajo presenta comparaciones exhaustivas de los Dose Point Kernels (DPK) para partículas alfa en tejidos biológicos, obtenidos mediante las herramientas de simulación FLUKA y PHITS. Los resultados obtenidos constituyen la base de información física para el desarrollo de métodos de dosimetría personalizados para mejorar la estimación de la eficacia de las radioterapias con emisores alfa en el tratamiento del cáncer.

[1] Kratochwil C, Bruchertseifer F, Rathke H, et al. Targeted α -Therapy of Metastatic Castration-Resistant Prostate Cancer with ²²⁵Ac-PSMA-617: Dosimetry Estimate and Empiric Dose Finding. *J Nucl Med.* 2017;58(10):1624-1631. doi:10.2967/jnumed.117.191395

[2] Franchi S, Asti M, Di Marco V, Tosato M. The Curies' element: state of the art and perspectives on the use of radium in nuclear medicine. *EJNMMI Radiopharm Chem.* 2023;8(1):38. Published 2023 Nov 10. doi:10.1186/s41181-023-00220-4

[3] Danieli R, Milano A, Gallo S, et al. Personalized Dosimetry in Targeted Radiation Therapy: A Look to Methods, Tools and Critical Aspects. *J Pers Med.* 2022;12(2):205. Published 2022 Feb 2. doi:10.3390/jpm12020205

[4] Peter R, Sandmaier BM, Dion MP, et al. Small-scale (sub-organ and cellular level) alpha-particle dosimetry methods using an iQID digital autoradiography imaging system. *Sci Rep.* 2022;12(1):17934. Published 2022 Oct 26. doi:10.1038/s41598-022-22664-5

Martes 17 15:30 – 15:50 hs

Sala Postgrado Química

Luminiscencia estimulada ópticamente del MgB4O7:Dy para su uso en dosimetría personal

Di Rocco Agustina^{1 2}, Lester Marcelo^{1 2}, Santiago Martín^{1 2}, Cruz Zaragoza Epifanio³, Marcazzó Julián^{1 2}¹ Instituto de Física Arroyo Seco (IFAS)² Centro de Investigaciones en Física e Ingeniería del Centro de la Provincia de Buenos Aires (CIFICEN)³ UNAM - Universidad Nacional Autónoma de México

Se conoce como luminiscencia estimulada ópticamente (OSL - Optically Stimulated Luminescence) a la emisión de luz de un dieléctrico luego de ser irradiado y estimulado con una longitud de onda específica. En general, cuando un dieléctrico es irradiado, las cargas excitadas que alcanzan la banda de conducción pueden recombinarse con huecos atrapados en los centros de recombinación emitiendo luz (radioluminiscencia, RL) o pueden quedar atrapadas en centros metaestables denominados "centros trampa". Dichas cargas pueden vaciarse posteriormente utilizando diferentes métodos de estimulación. Si la estimulación es térmica se obtiene la termoluminiscencia (TL) y si la misma es óptica se obtiene la OSL. En ambas técnicas, la luz emitida por el material es proporcional a la dosis absorbida, por lo que su utilización en dosimetría es directa.

La aplicación de esta técnica en dosimetría personal presenta algunos detalles a tener en cuenta y uno de los más importantes es que ciertos materiales suelen presentar una sub- o sobre-respuesta cuando se la compara con la dosis real depositada en el tejido blando. Esto se debe a que estos materiales no son tejido-equivalentes (TE), es decir, no se comportan a la radiación de manera similar al tejido humano, dificultando su aplicabilidad directa. Por ello, la investigación de materiales TE ($Z_{eff} = 7.4$) con interés en dosimetría OSL sigue siendo una rama de estudio en continuo desarrollo.

En este trabajo se estudiaron las propiedades OSL del tetraborato de magnesio dopado con disprosio (MgB4O7:Dy, $Z_{eff} = 8.4$) y se evaluaron la respuesta OSL en función del método de fabricación, de la longitud de onda de estimulación y

de la cantidad de dopado de cada muestra. También se realizó un estudio de la respuesta en función de la dosis absorbida y se determinó el intervalo de linealidad de dicha respuesta. Finalmente se mencionan las ventajas y desventajas de la aplicación de este material como posible dosímetro OSL.

Martes 17 15:50 – 16:10 hs

Sala Postgrado Química

Películas de Langmuir-Blodgett de Ácido Palmítico y Albendazol: Caracterización de la Superficie y Evaluación de su Actividad Antitumoral.

Fernandez Luciana¹, Reviglio Ana Lucía¹, Alaniz Gustavo Ariel¹, Liaudat Ana Cecilia², Alustiza Fabrisio³, Cometto Fernando Pablo⁴, Otero Luis¹, Santo Marisa¹

¹ *Depto. Física. Depto. Química. Instituto de Investigaciones en Tecnologías Energéticas y Materiales Avanzados, CONICET/UNRC*

² *Departamento de Biología Molecular, Universidad Nacional de Río Cuarto*

³ *Grupo de Sanidad Animal, INTA Estación Experimental Agropecuaria Marcos Juárez*

⁴ *Instituto de Investigaciones en Físico-Química de Córdoba -INFIQC/ CONICET*

En este trabajo se presenta la aplicación de películas de Langmuir y Langmuir-Blodgett como reservorios biomiméticos y sistemas de administración de fármacos para investigar el efecto de un antihelmíntico en cultivos de células cancerosas. La utilización de antihelmínticos benzimidazólicos en la terapia contra el cáncer ha ganado atención debido a sus propiedades inhibitorias de los microtúbulos, mostrando efectos anticancerígenos prometedores y propiedades supresoras de tumores. Aunque estos compuestos se utilizan ampliamente en medicina, su baja solubilidad en agua presenta desafíos para estudiar sus efectos en células cancerosas. Esto requiere su incorporación en diversas formulaciones, como por ejemplo a superficies que operen de reservorios para la carga terapéutica y sobre las cuales se puedan cultivar diversas células. Para concretar el estudio se generaron películas de Langmuir-Blodgett de ácido palmítico (AP) y albendazol (ABZ) en diferentes proporciones. Se usaron como soportes sólidos mica, ITO y vidrio. La caracterización de la superficie se llevó a cabo mediante AFM, espectroscopía UV-visible y XPS. Esta última técnica brindó información muy valiosa acerca de la composición de la película. Los resultados indicaron claramente la presencia de ABZ en la superficie generada evidenciado por picos de nitrógeno y sulfuro, los cuales están ausentes en las películas de PA puro. La actividad antitumoral de las superficies fue estudiada usando células Hep G2, se evaluaron tres relaciones de AP/ABZ para determinar el efecto de la concentración de la molécula activa en la superficie generada. Los estudios biológicos comprendieron la determinación de la adhesión y proliferación celular a las 24 y 48 horas, así como ensayos de MTT. Por otra parte, se estudiaron mediante microscopía confocal, los cambios morfológicos y estructurales de las células. El crecimiento celular sobre la película se vio significativamente afectado por la presencia de ABZ en la superficie, mostrando un efecto más marcado en la superficie con mayor concentración de principio activo. Aunque el estudio del mecanismo de incorporación de ABZ por las células Hep G2 es un tema complejo se realizó un estudio indirecto para analizar este aspecto. Se cuantificó la posible liberación de ABZ desde las películas de LB hacia el medio de cultivo celular mediante cromatografía líquida-espectrometría de masas. Los resultados mostraron la presencia de trazas de ABZ en el sobrenadante, menor a 0.05 microM, lo cual está por debajo del límite de solubilidad de ABZ en agua (2.4 microM) y muy por debajo de la concentración que puede producir una inhibición detectable en el cultivo de células Hep G2. Por lo tanto, es posible que la incorporación de ABZ por las células Hep G2 ocurra directamente desde la película de LB en contacto con las células sembradas en la superficie biomimética. Los resultados obtenidos en esta investigación se corresponden con la hipótesis que la ingeniería de biointerfaces puede mejorar la navegación y la eficacia de los portadores de fármacos a través de diversos sistemas de administración de medicamentos y tipos de tejidos.

Martes 17 14:30 – 15:10 hs

Sala Postgrado Humanas

Deshidratación de arándanos con técnicas de vacíoGómez Marigliano Ana Clelia² ¹, Donaire Pereyra Florencia Yazmín¹, Vega Caro Maria Ailen¹, Córdoba Facundo Manuel¹, Valenzuela Américo David¹¹ *Departamento de Física. FACET/UNT*² *INFINOA /UNT-CONICET*

Es un anhelo muy importante de la humanidad optimizar la conservación de alimentos para el consumo humano. En este trabajo se propone un método para obtener arándanos deshidratados en los que no se modifique la cantidad de antioxidantes. La deshidratación es con vacío a temperaturas ambiente. Luego de varias pruebas pilotos se obtuvo las condiciones óptimas de presión y temperatura para el proceso. Con la temperatura de (30 ± 5) C y presión (12 ± 1) mbar y una duración de seis horas se consigue frutos deshidratados con una reducción de la masa del fruto en 78

Martes 17 15:10 – 15:50 hs

Sala Postgrado Humanas

Localización eficiente de blancos múltiples mediante el filtrado geométrico de datos en sistemas de radar pasivo multistáticoMelon Fuksman David¹, Almeira Nahuel¹, Cabrera Morrone Octavio¹¹ *RAXAR SRL*

En este trabajo presentamos una técnica novedosa para aumentar la eficiencia de los algoritmos de localización en sistemas de radar pasivo multistático. Nuestro método consiste en filtrar los datos que caen fuera del espacio de mediciones de rango bistático factibles, utilizando restricciones geométricas fáciles de implementar. Esta estrategia elimina exitosamente mediciones defectuosas en escenarios de un solo objetivo sin comprometer la precisión de la localización. En escenarios de blancos múltiples proporciona un aumento significativo de velocidad de cómputo, incrementando con el número de blancos, sin sacrificar la precisión de la localización. Esto hace que el método de filtrado sea particularmente ventajoso para aplicaciones en tiempo real con muchos blancos observados simultáneamente. Respalamos nuestros resultados con simulaciones extensivas, incluyendo diferentes configuraciones multistáticas y discutimos el rendimiento del filtro en un radar pasivo basado en DVB-T.

Martes 17 15:50 – 16:10 hs

Sala Postgrado Humanas

Implementación de red neuronal de convolución VGG16 en FPGA con VITIS AIUrbano Pintos N¹ ², Lacomí H² ³, Lavorato M¹¹ *Grupo TAMA - UTN-FRH*² *División Radar Láser - CITEDEF*³ *Grupo ASE - UTN-FRH*

En trabajo presente se entrena una red VGG16 [1] con el conjunto de datos CIFAR-10 utilizando un modelo preentrenado. El modelo se cuantiza a 8 bits [2] y se implementa en una placa FPGA Kria KV260 [3]. Se analizan los resultados y se comparan con las inferencias realizadas en CPU y GPU. La red VGG16 se encuentra preentrenada con el conjunto de datos ImageNet, y se utilizó la técnica de transfer learning[4], congelando los parámetros de las capas de extracción de características y reentrenando solo las capas de clasificación. La última capa de clasificación se adaptó para las 10 clases del conjunto de datos CIFAR-10. El modelo fue reentrenado en una GPU durante cinco épocas, lo cual tomó aproximadamente 25 minutos. El proceso de cuantización se llevó a cabo utilizando la herramienta Vitis AI [5] de AMD Xilinx, que permite reducir los requerimientos de memoria y el costo computacional. Esta herramienta proporciona un entorno integral para la implementación de redes neuronales en FPGA. La placa de desarrollo de FPGA Kria KV260, que incluye un procesador Zynq UltraScale+ MPSoC, se utilizó para la implementación final. Este dispositivo combina un procesador ARM Cortex-A72 con una unidad de procesamiento de vectores (DPU) [6] dedicada para la inferencia de IA. Para la cuantización del modelo, se utilizó la biblioteca nndct, que permite calibrar y evaluar la cuantización de los parámetros de la red. Posteriormente, se compiló el modelo cuantizado para generar los archivos de extensión xmodel necesarios para la ejecución en la DPU de la placa Kria KV260. Finalmente, se codificó una aplicación en Python para realizar las inferencias y evaluar el desempeño del modelo cuantizado en términos de precisión y velocidad de procesamiento. Los resultados muestran que, aunque las FPGA pueden tener un rendimiento inferior en términos de FPS en comparación con las GPU's, ofrecen ventajas significativas en términos de costo y consumo de energía. Esto las hace adecuadas para aplicaciones donde se requiere ejecutar inferencias in situ, sin necesidad de grandes recursos informáticos o conexión a un servidor.

Referencias

[1] K. Simonyan and A. Zisserman, Very deep convolutional networks for large-scale image recognition, arXiv preprint arXiv:1409.1556, 2014.

[2] R. Krishnamoorthi, Quantizing deep convolutional networks for efficient inference: A whitepaper, arXiv preprint arXiv:1806.08342, 2018.

[3] Xilinx, Kria KV260 Vision AI Starter Kit, 2021. [Online]. Available:

<https://www.amd.com/en/products/system-on-modules/kria/k26/kv260-vision-starter-kit.html>.

[4] F. Zhuang, Z. Qi, K. Duan, D. Xi, Y. Zhu, H. Zhu, H. Xiong, and Q. He, A Comprehensive Survey on Transfer Learning, arXiv preprint arXiv:1911.02685, 2020. [Online]. Available:

<https://arxiv.org/abs/1911.02685>.

[5] Xilinx, Vitis ai adaptable and real-time ai inference acceleration, 2022. [Online]. Available: <https://github.com/Xilinx/Vitis-AI>.

[6] Xilinx, Dpucdz8g for zynq ultrascale+ mpsocs product guide (pg338), 2023. [Online]. Available: <https://docs.xilinx.com/r/en-US/pg338-dpu/Core-Overview>.

Miércoles 18 14:30 – 15:10 hs

Sala Postgrado Humanas

Evaluación sonora de un aula de grandes dimensiones en la Facultad de Ciencias Exactas de la UNT

Gómez Marigliano Ana Clelia¹, Vázquez Juan Pablo¹, Díaz Walter Omar¹

¹ Departamento de Física. FACET/UNT - INFNOA /UNT-CONICET

Se realizó una medición de las propiedades sonoras del aula del Departamento de Estructuras de la FACET de grandes dimensiones. Los responsables del dictado de clases manifestaron que poseen dificultades tanto para el dictado de las mismas como para la reproducción de música dado que allí también se realizan actos protocolares. Se midió el nivel de presión sonora a diferentes frecuencias y se realizó el mapa sonoro correspondiente. Se midió experimentalmente y se calculó con el método de Sabine y de Eyring el tiempo de reverberación. También se realizó una propuesta de solución viable para esta situación.

Miércoles 18 15:10 – 15:50 hs

Sala Postgrado Humanas

Desarrollo de metodologías para la caracterización de reservorios de gas y petróleo en reservorios no convencionales mediante resonancia magnética

Acosta Rodolfo Héctor¹, Monti Gustavo Alberto¹, Garro Linck Yamila¹, Velasco Manuel Isaac¹, Franzoni María Belén¹, Donadelli Jorge Andrés², Domené Esteban Alejo², Masiero Diana², Smal Clara²

¹ Facultad de Matemática Astronomía, Física y Computación (FAMAF)

² Empresa de Investigación y desarrollo para la industria energética (Y-TEC), YPF Tecnología S.A.

Uno de los vectores energéticos más relevantes en el desarrollo y la economía Argentina es la explotación de hidrocarburos de reservorios no convencionales, tales como los que se encuentran en cuenca Neuquina, en particular Vaca Muerta. Los reservorios convencionales son compuestos mayoritariamente por compactaciones areniscas con altas porosidad y permeabilidad, mientras que las rocas tipo "shale" presentan muy poca conectividad, requiriendo de la fractura hidráulica para su explotación. La segunda gran diferencia es la gran cantidad de materia orgánica sólida presente en estos yacimientos, conocida como querógeno, que es la fuente generadora de los hidrocarburos. Su caracterización y cuantificación es de suma importancia para la evaluación de la potencial productividad y del tipo de hidrocarburo asequible. El grado de madurez del querógeno es un indicador de la ventana de producción, que puede ser de petróleo, gas o un intermedio conocido como condensado. En este trabajo presentamos una serie de resultados fruto de una colaboración entre FAMAF e Y-TEC. Por un lado se desarrollaron métodos de caracterización de la matriz de querógeno utilizando resonancia magnética nuclear (RMN) de ¹³C en un campo magnético de 7T [1,2]. Otra técnica fundamental en la industria del petróleo es la determinación de fluidos contenidos en la roca, para lo cual el estándar es el uso de equipos con campos magnéticos de 0.05 T, en los cuales los protocolos desarrollados para reservorios convencionales no son directamente aplicables a los no-convencionales. Esto es debido a que la fuerte interacción dipolar en la materia orgánica sólida hace que las señales correspondientes a las mismas decaigan muy rápidamente. Recientemente desarrollamos una metodología capaz de resolver este problema [3], la cual fue patentada en los EEUU [4] y licenciada a una empresa de software para equipos de RMN para su implementación a nivel comercial en un software dedicado a este sector de la industria.

[1] J.A. Donadelli, A. Canneva, Y. Garro-Linck, G. Martinez Delfa, G. Erra, M.I. Velasco, M.B. Franzoni, E.V. Silletta, R.H. Acosta, A. Calvo, Molecular changes in the organic geochemistry of the Vaca Muerta shale formation as consequence of natural maturation, *Organic Geochemistry*, 104258 (2021)

[2] Total organic carbon determination by ¹³C CP/MAS solid-state NMR in unconventional oil/gas source rocks: a case study from the Neuquén and Cuyo basins in Argentina, Y. Garro Linck, G. Martinez Delfa, J.A. Donadelli, E.V. Silletta, M.I. Velasco, M.B. Franzoni, G.A. Monti, C. Smal, R.H. Acosta, *Energy and Fuels*, 38, 5098–5105 (2024)

[3] E.V. Silletta, G.S. Vila, E.A. Domene, M.I. Velasco, P.C. Bedini, Y. Garro-Linck, D. Masiero, G.A. Monti, R.H. Acosta, Organic matter detection in shale reservoirs using a novel pulse sequence for T₁-T₂ relaxation maps at 2 MHz, *Fuel*, 312, 122863 (2022)

[4] US11668664, R.H. Acosta, E.V. Silletta, G.A. Monti, Y. Garro Linck, P.C. Bedini, G.S. Vila, D.M. Masiero, E.A. Domené, M.I. Velasco, Detection of Solid Organic Material and Fluids in a Shale Rock by Means of Low Field NMR

Miércoles 18 15:50 – 16:30 hs

Sala Postgrado Humanas

Implementación y caracterización de un polarímetro de alta exactitud para la calibración del ángulo de rotación ópticaVargas C L¹ ², Link T J¹, Etchepareborda P², Álvarez L²¹ *Universidad de Buenos Aires (UBA), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN), Departamento de Física*² *Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), Metrología Física, Departamento de Óptica y Dimensional*

La rotación o actividad óptica es la rotación del plano de polarización de la luz linealmente polarizada cuando atraviesa materiales quirales, con asimetría especular microscópica. Las mediciones de alta exactitud del ángulo de rotación óptica son necesarias en muchas áreas de la industria. En particular, se requieren para la calibración de patrones de referencia de polarímetros comerciales, los cuales se utilizan para medir concentraciones de sustancias activas en solución. Actualmente esta es un área de vacancia en el ámbito nacional y, por esta razón, la industria local argentina utiliza servicios de calibración realizados en el exterior, incrementando significativamente los costos de producción. Por este motivo, ante las solicitudes recibidas en el INTI por parte de distintas industrias locales como la azucarera, farmacéutica y vitivinícola, se inició este proyecto para construir un patrón nacional de rotación óptica, que asegure la trazabilidad metrológica de esta magnitud. Este trabajo presenta la implementación y caracterización de un polarímetro de alta exactitud basado en polarimetría diferencial y la transformada de Fourier discreta. Resultados preliminares obtenidos con una placa de control de cuarzo permitieron alcanzar una incertidumbre expandida de 0,0024 para un factor de cobertura igual a 2. Este resultado se encuentra en el mismo orden de magnitud que los alcanzados por otros institutos nacionales de metrología.

Miércoles 18 14:30 – 15:00 hs

Sala Postgrado Informática

Puesta a punto de un sistema Skipper-CCD para la búsqueda de materia oscura

Varela Martina¹, Sclavo Mateo¹, Pérez Lanzillotta Julieta¹, Schulze Georg¹, Depaoli Eliana^{1 2}, Rodrigues Darío^{1 3}, Tiffenberg Javier⁴

¹ Universidad de Buenos Aires (UBA), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Departamento de Física, Buenos Aires, Argentina

² Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Centro Atómico Constituyentes (CAC), Buenos Aires, Argentina

³ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Instituto de Física de Buenos Aires (IFIBA), Buenos Aires, Argentina

⁴ Fermi National Accelerator Laboratory, Batavia IL, Estados Unidos

En el Laboratorio Argentino de Mediciones con Bajo umbral de Detección y sus Aplicaciones (LAMBDA) empleamos sensores Skipper-CCD, capaces de detectar señales con ruido de lectura sub-electrónico. Esto los convierte en uno de los principales dispositivos con aplicaciones tanto para la búsqueda de materia oscura, la detección de neutrinos o la captura de imágenes astronómicas. Por esta razón, la expedición DarkNESS, impulsada conjuntamente por NASA y Fermilab, colocará un Skipper-CCD en el espacio a fines del próximo año para explorar el origen de una señal de rayos X de 3,5 keV que podría deberse a la aniquilación de materia oscura. Dado que la energía de estas señales es demasiado alta para utilizar un sistemas de lentes y espejos, se propone utilizar la técnica de apertura codificada. Esta se basa en una cámara estenopeica donde en lugar de un orificio, se usan patrones complejos (máscaras) para maximizar la cantidad de fotones que llegan al sensor. Con el fin de estudiar las ventajas y limitaciones de usar esta tecnología en misiones espaciales, pusimos en funcionamiento el tercer sistema de Skipper-CCD con el que cuenta LAMBDA. En esta presentación describiremos en detalle cómo llevamos a cabo la puesta a punto del sensor, que funciona en vacío a una temperatura de 130 K. Para esto fue necesario instalar un sistema de refrigeración a base de nitrógeno líquido, utilizado para mantener la temperatura del sensor en los niveles deseados. Para alcanzar la temperatura óptima de operación del sensor y mantenerla estable se hizo uso de un controlador PID y registramos la masa de nitrógeno líquido mediante una balanza de bajo coste fabricada con una Raspberry Pi. Describiremos además la instalación del sistema de apertura codificada, el cual consiste en una caja con una máscara intercambiable y móvil, provista de dos fuentes de luz: una pantalla OLED para el rango visible y LED infrarrojos.

Miércoles 18 15:00 – 15:20 hs

Sala Postgrado Informática

Implementación de la técnica de apertura codificada en la búsqueda de materia oscura

Pérez Lanzillotta Julieta¹, Schulze Georg¹, Rodrigues Darío^{1 2}, Depaoli Eliana^{1 3}, Tiffenberg Javier⁴, Bonifazi Carla⁵, Botti Ana⁴

¹ Universidad de Buenos Aires (UBA), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN), Departamento de Física, Buenos Aires, Argentina.

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Universidad de Buenos Aires, Argentina.

³ Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Centro Atómico Constituyentes (CAC), Buenos Aires, Argentina.

⁴ Fermi National Accelerator Laboratory, Batavia IL, Estados Unidos.

⁵ Centro Internacional de Estudios Avanzados (ICASA), Instituto de Ciencias Físicas (ICIFI), Universidad Nacional de Gral. San Martín (UNSAM), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina.

Se cree que alrededor del 26 % de la materia contenida en el Universo es materia oscura. En su búsqueda, el laboratorio Fermilab lanzó el proyecto DarkNESS, que busca identificar la fuente de una señal de rayos X con 3.5 keV de energía, la cual podría surgir de la aniquilación de materia oscura con antimateria oscura. Los elementos ópticos son un obstáculo en la detección de estos rayos cósmicos, ya que no responden a la óptica convencional como lo hace la luz visible. Es aquí que la técnica de apertura codificada es de suma utilidad, ya que permite la formación de imágenes sin utilizar elementos ópticos, basándose esencialmente en la superposición de imágenes producidas por varios estenopos. Se busca implementar esta técnica sobre un satélite para medir el fondo de rayos X que producen las estrellas. Como parte de este proyecto, construimos una cámara que implementa la técnica de apertura codificada utilizando aperturas de tipo modified uniformly redundant array junto a un sensor complementary metal-oxide-semiconductor (CMOS), reconstruyendo la imagen fuente y usando una decodificación vía la transformada de Fourier. Para caracterizar el funcionamiento del sensor CMOS, realizamos una Photon Transfer Curve a partir de un método novedoso: mediante la toma de imágenes inhomogéneas, estudiamos la historia de un mismo píxel para distintas imágenes, pudiendo así determinar la ganancia a partir del cociente entre la varianza y la esperanza de la carga colectada por un mismo píxel. Este trabajo representa los primeros pasos hacia el reemplazo del CMOS por un sensor Skipper-Charge-Coupled-Device (Skipper-CCD) que, a diferencia de un CCD convencional, donde la carga de cada píxel se lee una sola vez, lee la carga en cada píxel tantas veces como se desee, logrando un ruido de lectura sub-electrónico.

Miércoles 18 15:20 – 15:40 hs

Sala Postgrado Informática

Caracterización del comportamiento de la corriente oscura en un sensor CMOS

Barreiro Lara Sofía¹, Danussi Mora¹, Bonifazi Carla², Botti Ana³, Depaoli Eliana^{1 4}, Rodrigues Dario^{1 5}, Tiffenberg Javier³¹ Universidad de Buenos Aires (UBA), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN), Departamento de Física, Buenos Aires, Argentina.² Centro Internacional de Estudios Avanzados (ICAS), Instituto de Ciencias Físicas (ICIFI), Universidad Nacional de Gral. San Martín (UNSAM), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina³ Fermi National Accelerator Laboratory, Batavia IL, Estados Unidos⁴ Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Centro Atómico Constituyentes (CAC), Buenos Aires, Argentina⁵ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Universidad de Buenos Aires (UBA), Instituto de Física de Buenos Aires (IFIBA), Buenos Aires, Argentina

Los sensores CMOS (*Complementary Metal-Oxide-Semiconductor*), utilizados en cámaras digitales y basados en el efecto fotoeléctrico, se destacan por su alta capacidad de lectura, bajo consumo energético y costo de fabricación, comparados con sensores del tipo CCD (*Charge-Coupled Device*) y otros. Estos sensores están compuestos por una matriz de píxeles, donde cada uno actúa como una unidad fotosensible. Cada píxel está equipado con su propio amplificador, lo que permite la rápida lectura de los píxeles de forma simultánea e independiente. Estas y otras características brindan a los sensores un amplio campo de aplicaciones. En el Laboratorio Argentino de Mediciones de Bajo Umbral de Detección y sus Aplicaciones (LAMBDA), nos interesamos por caracterizar la corriente oscura de este sensor y determinar su ruido de lectura. Para ello, realizamos capturas de imágenes con distintos tiempos de exposición. Se obtuvo que el ruido de lectura, medido como la desviación estándar para imágenes con exposición cero, es de 3 electrones. Para cada una de las mediciones, separamos los datos en cuatro grupos correspondientes a la máscara RGB estándar, con el objetivo de analizar el comportamiento de la corriente oscura en cada caso. Encontramos que hay diferencias entre las mediciones de cada color, pero no podemos confirmar que estén atribuidas únicamente a la corriente oscura, ya que el sensor es altamente sensible a la radiación infrarroja. Por último, repetimos las mediciones a tres temperaturas distintas para analizar el efecto de esta variable en el comportamiento de la corriente oscura. Observamos que la corriente oscura se reduce a la mitad cuando la temperatura se reduce de 17°C a 1°C.

Jueves 19 14:30 – 14:45 hs

Sala Postgrado Humanas

Estudio experimental de la influencia de la forma de las partículas en la tasa de resuspensión: resultados preliminares con partículas de tungsteno

Villagrán Olivares Marcela Camila¹, Benito Jesica Gisele², Peillon Samuel³, Uñac Rodolfo Omar¹, Vidales Ana María²¹ Universidad Nacional de San Luis² Instituto de Física Aplicada (INFAP), CONICET³ IRSN

La probabilidad de que una partícula se desprenda de una superficie bajo la acción de un flujo de aire está influenciada por diversos factores, incluyendo el tipo y la velocidad del flujo, la rugosidad de la superficie, la forma y el material de la partícula. Comprender cómo la forma de la partícula afecta este fenómeno es particularmente complejo tanto desde el punto de vista físico como matemático, ya que plantea significativos desafíos en la formulación y aplicación de modelos matemáticos que describen las fuerzas que actúan. En este estudio, investigamos cómo la forma de las partículas afecta a su resuspensión mediante un análisis experimental del fenómeno. Para esto, se utilizaron partículas de tungsteno, tanto esféricas como de forma irregular, depositadas sobre una superficie de vidrio. Los experimentos se llevaron a cabo en un túnel de viento denominado Duster Box ubicado en el Laboratoire de Physique et de Métrologie des Aérosols (LPMA) en el Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire en Saclay, Francia. Las partículas fueron expuestas a un jet de aire durante 10 s para luego evaluar su resuspensión. Se caracterizó el tamaño de las partículas en términos de su diámetro equivalente (dp) y su altura (S), para correlacionar la forma con la fracción de resuspensión obtenida para ambos tipos de partículas. Nuestros resultados preliminares complementan estudios previos [1, 2], que mostraron que partículas irregulares alargadas (S/dp menor a 1.0) tienen una menor tasa de resuspensión en comparación con las esféricas. En nuestro actual estudio, utilizamos partículas irregulares con una relación S/dp cercana o mayor a 1.0, es decir, a partículas más esbeltas. Esta investigación es importante porque contribuye a la comprensión del fenómeno de resuspensión de partículas y proporciona datos esenciales para el desarrollo de modelos más precisos.

[1] Villagrán Olivares M. C., Benito J. G., Uñac R. O., Vidales A. M. 2022 Kinetic Monte Carlo method applied to micrometric particle detachment mechanisms by aerodynamic forces. *J. Phys.: Condens. Matter* 34 074001.

[2] Villagrán Olivares M. C., Benito J. G., Silin Nicolás, Uñac R. O., Vidales A. M. 2024 Aerodynamic resuspension of irregular flat micro-particles. *Journal of Aerosol Science*. ISSN 18791964.

Jueves 19 14:45 – 15:00 hs

Sala Postgrado Humanas

Simulaciones de resuspensión de micropartículas desde depósitos multicapas por acción de fuerzas aerodinámicas

Sirur Flores Anuar Yamil¹, Benito Jesica Gisele¹, Uñac Rodolfo Omar¹, Vidales Ana María¹¹ Instituto de Física Aplicada (INFAP), Universidad Nacional de San Luis (UNSL), Facultad de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales (FCFMyN), Departamento de Física, San Luis, Argentina.

El depósito de partículas sólidas en capas sucesivas sobre superficies de diferente naturaleza (como ductos de ventilación, ambientes industriales, reactores nucleares) ha dado lugar a numerosos estudios debido a los problemas potenciales que representan estas partículas al resuspenderse en ambientes cerrados o en la atmósfera por la acción del flujo de aire. Debido a la complejidad de la dinámica de este fenómeno, numerosos trabajos previos se han centrado en el estudio de la resuspensión de partículas en depósitos monocapa de baja densidad de partículas. Sin embargo, los avances en el estudio de depósitos multicapa son limitados. La complejidad de la disposición y las interacciones entre partículas hacen que los mecanismos resultantes sean más complejos: las partículas pueden resuspenderse individualmente o en forma de clústeres debido a fuerzas aerodinámicas, o también por el impacto de partículas o aglomerados en la superficie. Además, las fuerzas aerodinámicas están influenciadas por numerosos factores, la mayoría de ellos relacionados con la morfología del depósito.

Como primeros resultados preliminares de este trabajo, se presenta el análisis y las simulaciones de un modelo simple de resuspensión en multicapas desarrollado por Fromentin [1]. Aunque sencillo, el modelo de Fromentin fue pionero en el estudio de esta temática. Este modelo asume que el depósito está compuesto por capas perfectamente superpuestas de partículas cúbicas, donde tanto las fuerzas aerodinámicas F_{aero} como las adhesivas F_{adh} actúan sobre cada cubo, pero sin interacciones entre ellos en una misma capa. Dichas fuerzas se asignan mediante diferentes distribuciones de probabilidad (Normal y Log-normal, respectivamente), cuyos parámetros dependen del flujo turbulento de aire y del depósito utilizados en los experimentos. Además, se supone que las partículas expuestas al flujo pueden resuspenderse solo de manera individual y no en clústeres. De esta manera, el balance de fuerzas entre F_{aero} y F_{adh} es el principal criterio de resuspensión del modelo. Los resultados numéricos de este modelo muestran que, a pesar de su simplicidad, estas suposiciones pueden predecir la ley de potencia entre el flujo de resuspensión y el tiempo, tal como se observa experimentalmente. Sin embargo, los resultados numéricos dependen en gran medida del punto experimental seleccionado para la calibración, así como de la combinación de la media y las dispersiones elegidas para las fuerzas aerodinámicas y adhesivas, de las cuales se tiene poco conocimiento en los experimentos.

Por otro lado, se presentan resultados numéricos utilizando un modelo de Monte Carlo Cinético. La metodología Monte Carlo (MC) es una potente herramienta de simulación que se emplea para describir una amplia gama de fenómenos, incluida la resuspensión de partículas en una monocapa diluida [2,3]. La evolución temporal del sistema se logra a través de la relación apropiada entre el tiempo real empleado en el proceso y el número de pasos de MC [4]. En este trabajo, utilizamos este enfoque numérico al mismo sistema de multicapa de partículas cúbicas mencionado anteriormente. Este nuevo enfoque ofrece la ventaja de poder obtener la evolución temporal del flujo de partículas sin depender de un punto experimental para calibrar el eje temporal. Esto permite una simulación más robusta y precisa del comportamiento del flujo de resuspensión en función del tiempo.

[1] A. Fromentin, Tesis Doctoral, Paul Scherrer Institut, 1989.

[2] J. Benito et al., *Aerosol Science and Technology* 58 (2024) 244–263.

[3] M.C. Villagrán Olivares et al., *Journal of Aerosol Science* 181 (2024) 106418.

[4] K. Binder, D.W. Heermann, *Monte Carlo Simulation in Statistical Physics: An Introduction*, Springer Science & Business Media, 2010.

Jueves 19 15:00 – 15:15 hs

Sala Postgrado Humanas

Sloshing auto-inducido por la inestabilidad de un jet hidrodinámico

Fernandez Fabricio Eric¹, Meza Lucía Mercedes¹, Boschan Alejandro^{1 2}, Aguirre María Alejandra^{1 2}, Piva Marcelo Fabián¹

¹ Grupo de Medios Porosos, Facultad de Ingeniería, UBA

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

Se estudian las oscilaciones de un jet hidrodinámico que ingresa verticalmente desde la base de una celda de Hele Shaw parcialmente llena de fluido. El impacto del jet sobre la superficie libre genera una deformación en forma de *domo*, que experimenta oscilaciones laterales. Debido al confinamiento lateral, la frecuencia de las oscilaciones se acopla fácilmente con la del fenómeno de sloshing para una caja rectangular fina. El fenómeno se registra en imágenes de video que permiten obtener la evolución temporal de la ubicación del punto de impacto del jet. Se presentan los resultados acerca de la evolución de las oscilaciones en función de los parámetros de control: caudal de inyección Q y altura de agua en equilibrio h_w . Para valores críticos de estos parámetros (o bien del número de Froude), es posible observar transiciones de modos de oscilación, cada uno con una frecuencia propia. En el espacio de parámetros se identifican las regiones de estabilidad del jet:

- **Comportamiento estable:** en el cual el espectro de potencia presenta picos de muy baja amplitud;
- **Oscilaciones regulares:** en las cuales los espectros presentan un pico muy marcado;
- **Oscilaciones irregulares:** en las cuales los espectros muestran la presencia de 2 picos principales, con amplitudes similares, y que por lo general se hacen presentes para valores de los parámetros en un entorno no muy grande de sus valores críticos.

En todos los casos, los picos corresponden a modos de sloshing impares.

Jueves 19 15:15 – 15:30 hs

Sala Postgrado Humanas

Interacción de ondas gravito-capilares con estructuras: caracterización de modos atrapados por cuerpos flotantes

Hernando Ignacio Pablo¹, Cincunegui Lupi Valentina¹, Cobelli Pablo Javier^{1 2}

¹ Universidad de Buenos Aires (UBA), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN), Departamento de Ciencias Físicas, Laboratorio de Turbulencia Geofísica, Grupo FLiP

² Instituto de Física Interdisciplinaria y Aplicada (ex INFIP) (INFINA), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

Si se perturba la superficie libre de un fluido que se extiende infinitamente, las ondas transportan la energía de la perturbación hacia el infinito. La introducción de estructuras (fijas o flotantes) en el fluido puede permitir que en determinadas frecuencias se tengan estados confinados, donde la energía no se irradia hacia el infinito [1]. Estos estados, llamados *modos atrapados*, están definidos por la presencia de oscilaciones localizadas en un medio ilimitado, y su existencia depende de la geometría del cuerpo introducido [2].

Aunque todavía no hay una forma de predecir la existencia (o no) de modos atrapados para cualquier geometría, hay numerosos trabajos teóricos de ondas de gravedad en el rango lineal que establecen criterios de existencia y/o que proponen estructuras atrapanes. Considerando que es relevante profundizar el conocimiento de posibles resonancias en estructuras marítimas [3, 4], donde además entran en juego efectos viscosos no considerados en los modelos, resulta importante estudiar experimentalmente estos modos. No obstante, hay escasos estudios experimentales sobre el tema [5, 6].

En esta línea, iniciamos una investigación experimental de modos atrapados por algunas de las estructuras propuestas por la literatura comenzando con modelos axisimétricos, en particular los llamados *Toroides de Mclver* [4, 7]. Fabricamos los toroides y diseñamos un montaje que nos permitiera excitar los modos atrapados en agua destilada. Utilizando una cámara de alta velocidad, medimos la topografía de la superficie libre en el entorno de las estructuras con *Fast Checkerboard Demodulation* (FCD) [8], capturando las oscilaciones producidas en la frecuencia predicha por el modelo. Se muestran resultados preliminares promisorios del análisis y caracterización de las estructuras.

- [1] F. Ursell. «Mathematical aspects of trapping modes in the theory of surface waves». En: *Journal of Fluid Mechanics* 183 (1987), págs. 421-437.
- [2] C. M. Linton y P. Mclver. «Embedded trapped modes in water waves and acoustics». En: *Wave Motion* 45.1 (2007), págs. 16-29. ISSN: 0165-2125.
- [3] P. Mclver. «Complex resonances in the water-wave problem for a floating structure». En: *Journal of Fluid Mechanics* 536 (2005), págs. 423-443.
- [4] J. N. Newman. «Radiation and diffraction analysis of the Mclver toroid». En: *Journal of Engineering Mathematics* 35.1 (1999), págs. 135-147.
- [5] H. A. Wologamot et al. «Experimental observation of a near-motion-trapped mode: free motion in heave with negligible radiation». En: *Journal of Fluid Mechanics* 786 (2016).
- [6] J. R. Chaplin y R. Porter. «Wave trapping and radiation by semi-immersed circular cylinders». En: *Proceedings of the 29th International Workshop on Water Waves and Floating Bodies*, Osaka, Japan. 2014.
- [7] P. Mclver y M. Mclver. «Trapped modes in an axisymmetric water-wave problem». En: *Quarterly Journal of Mechanics and Applied Mathematics* 50.2 (1997), págs. 165-178.
- [8] S. Wildeman. «Real-time quantitative Schlieren imaging by fast Fourier demodulation of a checkered backdrop». En: *Experiments in Fluids* (2018).

Jueves 19 15:30 – 15:45 hs

Sala Postgrado Humanas

Modulación de fase en ondas de Faraday

Novacovsky Lucía¹, Cobelli Pablo J^{1 2}

¹ *Universidad de Buenos Aires (UBA), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN), Departamento de Física, Ciudad Universitaria, 1428 Buenos Aires, Argentina*

² *Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Universidad de Buenos Aires (UBA), Instituto de Física Interdisciplinaria y Aplicada (ex INFIP) (INFINA), Ciudad Universitaria, 1428 Buenos Aires, Argentina*

La excitación paramétrica de ondas de gravedad-capilaridad en una capa horizontal de fluido forzada verticalmente es conocida como inestabilidad de Faraday [1] y provee un modelo experimental sencillo para estudiar la amplificación paramétrica en sistemas con un gran número de grados de libertad. Si bien existen numerosos trabajos teóricos, numéricos y experimentales que han estudiado esta temática en ellos se considera un régimen de forzado constante, tanto en el espacio como en el tiempo [2-3]. Esto nos motiva a estudiar el rol que la modulación de fase juega en la formación de patrones en ondas de Faraday en el límite de escalas temporales largas.

En este trabajo estudiamos experimentalmente la dinámica de ondas de Faraday confinadas en una geometría unidimensional con condiciones de contorno periódicas. Para ello, se mide la dinámica de las ondas superficiales empleando una técnica de profilometría de alta resolución espacio-temporal (FTP) y se realiza un modelado del sistema en términos de ecuaciones de amplitud. Presentaremos resultados preliminares que muestran cómo la modulación de fase afecta la formación de patrones y que sugieren que la evolución de la fase puede describirse mediante una ecuación de difusión, fenómeno observado en otros sistemas [4] pero nunca en uno cuya dinámica se encuentra dominada por ondas.

- [1] M. Faraday. *On a Peculiar Class of Acoustical Figures* Phil. Trans. R. Soc. London (1989)
- [2] J Miles and D Henderson. *Parametrically forced surface waves*. Annual Review of Fluid Mechanics (1990)
- [3] MC Cross and PC Hohenberg. *Pattern formation outside of equilibrium*. Reviews of modern physics (1993)
- [4] JE Wesfreid, H Brand, P Manneville, G Albinet and N Boccaro. *Propagation in systems far from equilibrium*. Springer Series in Synergetics, Vol. 41 (1988)

Jueves 19 15:45 – 16:00 hs

Sala Postgrado Humanas

Influencia del ángulo de inclinación del silo en las características de descarga con partículas blandas

Künstler Guido¹, Roht Yanina Lucrecia¹, Benito Jesica Gisele², Ippolito Irene¹

¹ *Universidad de Buenos Aires (UBA), Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires (FIUBA), Grupo de Medios Porosos, Paseo Colón 850, 1063 Buenos Aires, Argentina.*

² Instituto de Física Aplicada (INFAP), Universidad Nacional de San Luis (UNSL), Ejército de los Andes 950, D5700HHW, San Luis, Argentina

Los silos y tolvas llevan décadas en la industria como contenedores eficaces y fiables para almacenar, transportar y distribuir materiales granulares. Según sus aplicaciones, sus tamaños y formas cambian, desde pequeñas tolvas para dosificar medicamentos hasta silos a gran escala para almacenar, por ejemplo, granulares orgánicos. Para lograr obtener una tasa de descarga determinada del material elegido se debe seleccionar cuidadosamente el diseño, el cual aún resulta discutible.

El objetivo de este trabajo es caracterizar el flujo de granos deformables en un silo cuasi bidimensional variando la influencia de la gravedad sobre su descarga. Para esto, se diseñó y construyó un silo a escala de laboratorio transparente para visualizar el interior del mismo. Se utilizaron dos placas de vidrio de 35 x 70 cm las cuales se encuentran separadas por cortes de PVC de 1 cm de espesor. Además, el silo puede inclinarse modificando su ángulo con respecto a la horizontal β entre 33° y 90°. Como material granular deformable se utilizaron perlas de hidrogeles las cuales fueron hidratadas en una solución acuosa de NaCl 0,5 M de forma tal de controlar su crecimiento, obteniendo un diámetro medio de las mismas de 6,5 mm. También se realizaron experimentos con partículas duras del mismo tamaño para contrastar los resultados obtenidos.

Se trabajó con una geometría de silo en forma de tolva, con un ángulo de inclinación de las paredes $\alpha = 78^\circ$, y una boca de descarga $D = 7,6$ cm. Durante cada experiencia, se registró una secuencia de imágenes del silo con una cámara rápida (hasta 200 fps), y se colocó un captor de fuerza en la parte inferior para registrar la masa de granos descargada. Los resultados preliminares indican que la variación del ángulo del silo con respecto a la horizontal, β , produce cambios significativos en el régimen de flujo durante la descarga. Se analizó cada uno de los regímenes identificados, con el propósito de comprender la naturaleza distintiva de cada uno.

Para ángulos β bajos, de 33° a 51°, se encuentra un régimen másico de descarga, en donde el flujo de granos es constante. Por otro lado, para ángulos β altos, de 64° a 90°, se encuentra un régimen que denominamos en cascada dado que la descarga se da en forma de cascadas sucesivas de grupos de partículas. Finalmente, para β intermedio, 58°, se encuentra la transición entre los otros dos regímenes. El tiempo total de la descarga del silo distingue los tres regímenes: para la zona de descargas en régimen másico, los tiempos característicos de descarga son largos (del orden de 1600 s.). Para el régimen de cascada, del orden de los 100 s. Por último, el régimen de transición transcurre con una duración variable entre los dos regímenes. Este comportamiento está relacionado a la naturaleza blanda de las esferas seleccionadas, siendo no visualizado en la descarga de granos duros.

Jueves 19 16:00 – 16:15 hs

Sala Postgrado Humanas

Ecos de explosiones estelares: Remanentes de supernova y espectros en ondas de radio

Bilos Julián¹, Castelletti Gabriela²

¹ Universidad de Buenos Aires (UBA)

² Instituto de Astronomía y Física del Espacio (IAFE), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

La explosión de una estrella masiva o de una enana blanca que ha acretao suficiente material de su compañera binaria genera un intenso frente de choque que precede al material estelar eyectado. En el caso de una estrella de alta masa, la explosión también deja un objeto ultracompacto que puede observarse como un púlsar. Estas reliquias estelares, conocidas como remanentes de supernova (RSNs), son elementos clave para comprender la dinámica de la galaxia, ya que modifican irreversiblemente la física y química del medio interestelar y crean partículas relativistas. Todos los RSNs emiten radiación sincrotrón en ondas de radio, producida por la aceleración de electrones energéticos en el frente de choque. En este trabajo se presenta el análisis espectral en ondas de radio de una muestra de RSNs en nuestra Galaxia, lo cual proporciona información sobre la distribución de energía de los electrones (principales constituyentes de la componente leptónica de los rayos cósmicos Galácticos), la interacción del frente de choque con nubes moleculares densas, la conexión con la producción de radiación en energías de rayos gamma y la presencia de nebulosas de viento de púlsares, entre otros aspectos. Además, a través del comportamiento espectral se ha analizado la naturaleza de objetos recientemente descubiertos y propuestos como candidatos a ser RSNs. El estudio realizado utiliza datos observacionales de los últimos relevamientos, junto con una metódica selección estadística de observaciones previamente publicadas en la banda de radio. Los resultados obtenidos se sumarán al catálogo espectral en continuo de radio de RSNs que está desarrollando el grupo de investigación, el cual estará disponible próximamente y será de dominio público.

Jueves 19 16:15 – 16:30 hs

Sala Postgrado Humanas

Explorando la Fusión Nuclear e Innovaciones en Física de Plasmas Usando Dispositivos Pulsados a Pequeña Escala: Un Camino hacia la Investigación de Alto Nivel en el Sur Global

Soto Norambuena Leopoldo Alejandro¹

¹ *Centro de Investigación en la Intersección de Física de Plasmas, Materia y Complejidad Comisión Chilena de Energía Nuclear*

Existe una percepción común de que avanzar en la investigación de la fusión nuclear requiere laboratorios a gran escala y experimentos costosos. De hecho, los grandes experimentos a menudo implican colaboraciones nacionales y multinacionales. Por ejemplo, la Instalación Nacional de Ignición (NIF) en el Laboratorio Nacional Lawrence Livermore en Estados Unidos opera con un presupuesto que supera los mil millones de dólares. De manera similar, el consorcio del Reactor Termonuclear Experimental Internacional (ITER), que incluye a China, la Unión Europea, Japón, Corea del Sur, Rusia y Estados Unidos, cuenta con un presupuesto que supera los 20 mil millones de euros. Dado estos números, uno podría preguntarse si es factible o valioso para un país como Chile, con su limitado número de investigadores y recursos, involucrarse en este campo. Esta presentación ilustra cómo es posible contribuir a la investigación en fusión nuclear controlada mediante la identificación y aplicación de leyes de escala que replican la física observada en experimentos a gran escala y alto costo utilizando configuraciones más pequeñas y accesibles, factibles para los países del Sur Global. El enfoque elegido en la Comisión Chilena de Energía Nuclear ha sido la investigación en dispositivos Plasma Focus a pequeña escala, un tipo específico de Z-pinch. Además, se presentan nuevos temas de investigación y aplicaciones que han surgido de este trabajo, incluyendo posibles tratamientos alternativos para el cáncer con radiación pulsada, el estudio de materiales en condiciones extremas (como la primera pared de los reactores de fusión nuclear), el desarrollo de reactores híbridos Fu-Fi, la detección de sustancias peligrosas y sistemas de propulsión para nanosatélites. Este trabajo es financiado por el Proyecto FONDECYT 1211695, ANID, Chile, y por el Contrato de Investigación del OIEA 24222.

Martes 17 14:30 – 15:10 hs

Microcine

Materiales funcionales a partir de redes supramoleculares obtenidas por autoensamblado de copolímeros de bloque

Schroeder Walter Fabián¹¹ Instituto de Investigaciones en ciencia y tecnología de Materiales (INTEMA), Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMDP), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

El autoensamblado de copolímeros de bloque (CB) en matrices poliméricas es una ruta eficiente para la preparación de materiales nanoestructurados con diversas morfologías. En este método, los precursores de la matriz actúan como solventes selectivos del CB, dando lugar a la formación de nanoestructuras micelares antes o durante la reacción de polimerización de la matriz. En estas estructuras, el bloque soluble queda orientado hacia la matriz polimérica, formando la corona de la micela, mientras que la parte insoluble forma el núcleo. La morfología adoptada depende de diversos factores, tales como la longitud de cada bloque, la concentración, la relación entre los parámetros de interacción bloque-solvente y bloque-bloque, y la temperatura. Cuando el bloque que forma el núcleo de la micela es capaz de cristalizar de una manera no confinada, el proceso de cristalización induce un crecimiento epitaxial de la estructura, dando lugar a micelas elongadas, tales como cilindros o cintas. En el límite de percolación de estas estructuras, se forman redes supramoleculares que quedan embebidas en la matriz polimérica. De este modo, es posible diseñar materiales funcionales que combinen, de manera sinérgica, el carácter dinámico responsivo de la red 3D con las propiedades térmicas y mecánicas de la matriz. En esta presentación, se analizará el efecto de las variables asociadas al proceso de autoensamblado sobre la estructura y topología de la red supramolecular generada y, a su vez, la capacidad de la red de conferir propiedades funcionales al material nanoestructurado.

Martes 17 15:10 – 15:30 hs

Microcine

Sintonización del transporte transdérmico mediante aplicación de campo eléctrico continuo externo: un estudio de dinámica molecular

Machado Neila¹, García Nicolas A.², Callegaro Clarissa³, Cristoffolette Marcelo Augusto¹, Martinho Herculano¹¹ Universidade Federal do ABC (UFABC), Centro de Ciências Naturais e Humanas, Av. dos Estados, 5001, Santo André, SP, Brazil² Universidad Nacional del Sur (UNS), Instituto de Física del Sur, Universidad Nacional del Sur (UNS), Av. L.N. Alem, 1253, Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina.³ AXCEM Dermatologia, Cosmiatria e Laser, Rua Tavares Cabral, 102, conj. 71, São Paulo, SP, Brazil

El uso de simulaciones computacionales en la investigación médica y dermocosmética es muy prometedor debido a su capacidad única para visualizar procesos biológicos detallados a escala molecular. La dinámica molecular es una herramienta invaluable para mejorar el desarrollo de nuevos productos y procesos de análisis de seguridad, especialmente a medida que continúan creciendo las preocupaciones en torno al uso ético de animales en pruebas. En dermocosmética, un desafío importante es el transporte de moléculas hidrófilas a través de la piel, obstaculizado por la barrera natural de la piel, el estrato córneo. Técnicas como la iontoforesis y la electroporación muestran un gran potencial para superar esta barrera, permitiendo el transporte de diversas moléculas, desde fármacos de quimioterapia hasta vacunas. Sin embargo, los estudios experimentales apenas pueden confirmar que estas técnicas pueden inducir un aumento temporal de la permeabilidad y un cambio en la estructura de la barrera de la membrana, formando poros que son difíciles de observar experimentalmente debido a su pequeño tamaño e inestabilidad, que están fuera de los límites experimentales de técnicas de microscopía electrónica de materia blanda. Este trabajo, se utilizaron 2 enfoques de dinámica molecular para estudiar el sistema: primero un enfoque de grano grueso utilizando un campo de fuerza de Martini y el modelo de agua tipo PW, que exploró la aplicación de un campo eléctrico externo continuo (iontoforesis) a la piel, revelando en detalle la formación de vesículas ricas en agua a través de campos eléctricos de baja intensidad y a continuación se abordaron más detalladas y completas con un enfoque de todos los átomos (full-atom) utilizando el campo de fuerza Charmm36 y el modelo de agua tipo TIP4p. El estudio encontró que el uso de campos eléctricos dentro de un rango específico conducía a la formación de vesículas, que podían transportar moléculas de agua y otras moléculas hidrofílicas a través de la membrana lipídica del estrato córneo[1]. Este mecanismo presenta una oportunidad prometedora para la terapia médica y la dermocosmética.

[1] Machado, N., Callegaro, C., Christoffolette, M. A. & Martinho, H. Tuning the transdermal transport by application of external continuous electric field: a coarse-grained molecular dynamics study. *Phys. Chem. Chem. Phys.* (2021). doi:10.1039/D1CP00354B

Agradecimientos: Los autores agradecen a las agencias brasileñas CAPES y CNPq (subvenciones # 442330/2023-5; INCT Interas 406761/2022-1; 311933/2021-1) por el apoyo financiero. Los autores también agradecen los recursos computacionales proporcionados por el Sistema de Computação Petaflopica (Nivel 0) (Santos Dumont-LNCC) bajo el Sistema Nacional de Processamento de Alto Desempenho (SINAPAD) del Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) y al Instalaciones Centrales Multiusuario de la UFABC para soporte experimental.

Martes 17 15:30 – 15:50 hs

Microcine

Isotermas de solvente y transiciones estructurales en el autoensamblado de supercristales de nanopartículas

Missoni Leandro Luis¹, Upah Alex², Zaldivar Gervasio³, Travesset Alex², Tagliacruzchi Mario Eugenio¹¹ Instituto de Química, Física de los Materiales, Medio Ambiente y Energía (INQUIMAE)² Department of Physics and Astronomy, Iowa State University and Ames National Laboratory, Ames, Iowa 50011, United States³ Pritzker School of Molecular Engineering, University of Chicago, 5640 S. Ellis Avenue, Chicago, Illinois 60637, United States

Los supercristales de nanopartículas (SCNPs) son materiales autoensamblados formados por arreglos ordenados de nanopartículas (NPs) recubiertas por ligandos, cuyas estructuras son análogas a los arreglos atómicos en cristales comunes. Dichos materiales son interesantes por sus posibles usos en fotónica y optoelectrónica [1]. Generalmente, la síntesis de estos materiales involucra la evaporación de solvente a partir de una dispersión de NPs. Debido a esto, el control del proceso de evaporación es fundamental a la hora de lograr la obtención de SCNPs de calidad y de manera escalable.

En este trabajo, hemos desarrollado una nueva Teoría Molecular para Fluidos Compresibles (CF-MOLT, por sus siglas en inglés) capaz de describir la termodinámica del proceso de evaporación de solvente durante el autoensamblado de SCNPs. CF-MOLT [2] se encuentra basada en teorías previas [3], las cuales proponen un funcional de energía libre para el sistema en estudio. Dicho funcional posee contribuciones energéticas y entrópicas para cada componente, capaz de incorporar de forma explícita la entropía conformacional de los ligandos. En dichas teorías, se utiliza una aproximación de incompresibilidad local para incluir el efecto de las repulsiones intermoleculares, lo que no permite su uso en sistemas compresibles, tales como aquellos que presentan equilibrios líquido-vapor. En esta nueva formulación, hacemos uso de un funcional de Carnahan-Starling [4] para eliminar esta restricción, lo cual nos permitió estudiar sistemas de SCNPs a diferentes potenciales químicos del solvente. Mediante este esquema, estudiamos el autoensamblado de un SCNPs de estructura cúbica centrada en el cuerpo (bcc, por sus siglas en inglés), variando tanto su parámetro de red como su contenido en solvente. A partir de la búsqueda de mínimos de energía libre en función de los distintos parámetros tales como el potencial químico del solvente, podemos predecir la estructura y el parámetro de red del SCNPs.

Hemos validado el nuevo esquema mediante simulaciones de dinámica molecular (DM) implementadas en el software HOOMD/HOOLDT [4]. De esta manera, hemos podido verificar tanto los cálculos de energía libre como la información estructural obtenida por CF-MOLT se corresponden con los obtenidos mediante DM.

También, hemos calculado la diferencia de energía libre entre la estructura bcc y la estructura cúbica centrada en las caras (fcc, por sus siglas en inglés), en función del potencial químico del solvente. Dichas estructuras son importantes debido a que frecuentemente son halladas en experimentos [5]. Hemos encontrado que CF-MOLT predice una transición de fase entre las estructuras fcc y bcc al variar el potencial químico de solvente. En particular, predcimos que la estructura bcc es la más estable a bajos potenciales químicos de solvente, un hecho que se encuentra reportado en experimentos [5]. Además, hemos realizado cálculos con otras fases cristalinas, mostrando la versatilidad de CF-MOLT para realizar cálculos de energía libre de forma computacionalmente eficiente, lo cual es fundamental a la hora de realizar una exploración exhaustiva de los parámetros del sistema, tales como el largo de los ligandos, tipos de solvente y fases supercristalinas.

[1] Bassani, Carlos L., et al., ACS nano 18, 23 (2024), 14791–14840.

[2] Missoni, Leandro L., et al., Nano Letters 24.17 (2024): 5270-5276.

[3] Zaldivar, Gervasio, et al., ACS omega 7.43 (2022): 38109-38121.

[4] Liu, Hongqin, Molecular Physics 119.9 (2021): e1886364.

[5] Weidman, Mark C., et al., Nature materials 15.7 (2016): 775-781.

Martes 17 15:50 – 16:10 hs

Microcine

Aplicaciones de la materia activa: suelos en un chip

Marconi V. I.^{2 1}¹ Instituto de Física Enrique Gaviola (IFEG), CONICET, Medina Allende s/n, X5000HUA Córdoba, Argentina.² Facultad de Matemática Astronomía, Física y Computación (FAMAF), Universidad Nacional de Córdoba, X5000HUA, Córdoba, Argentina.

Las bacterias de suelo *Bradyrhizobium diazoefficiens*, ejemplos muy poco conocidos de la materia activa, fijan N₂ atmosférico en simbiosis con las plantas de soja, ayudándolas a mejorar la calidad de sus granos. Con dos sistemas flagelares nadan en canales y poros de suelos saturados con agua, pero su movilidad, posiblemente importante para la competitividad de la nodulación en las raíces, es aún desconocida. Nuestro equipo de trabajo multidisciplinar, ha diseñado y fabricado soils-on-chip (SOCs), ofreciendo a la agricultura sustentable una herramienta innovadora para visualizar directamente y estudiar el comportamiento confinado bacteriano. Se midieron velocidades y cambios de dirección para dos cepas, la salvaje y la mutante con un sólo sistema flagelar. Una reducción en la velocidad y un incremento en la proporción de cambios

de dirección de 180° grados se encontró para ambas cepas en canales que van disminuyendo su sección transversal microscópica. A pesar que la cepa salvaje nada con mayor velocidad en espacios libres, dicha ventaja desaparece en SOC's. Usando todos los parámetros de movilidad medidos exhaustivamente y con una gran estadística, desarrollamos un modelo realista y simulamos el movimiento de *B. diazoefficiens* en microdispositivos SOC's para grandes escalas y tiempos, logrando predicciones de difusión en suelos reales [1].

[1] *Soils-on-a-chip reveal unforeseen motility parameters of confined Bradyrhizobium diazoefficiens*. Moniellen Pires Monteiro, Juan Pablo Carrillo, Nahuel Gutiérrez, Sofía Montagna, Aníbal R. Lodeiro, María Luisa Cordero, V. I. Marconi DOI: 10.1101/2023.12.29.573673. Bajo revisión en *Communications Biology*, Springer Nature.

Martes 17 16:10 – 16:30 hs

Microcine

Simulaciones computacionales de líquidos porosos tipo II y III

Fonrouge Kotik Sergio Federico^{2 1}, Borioni José Luis³, Salamone Agustín², Del Pópolo Mario Gabriel^{2 1}

¹ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Instituto Interdisciplinario de Ciencias Básicas (ICB)

² Universidad Nacional de Cuyo (UNCuyo), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN)

³ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Instituto de Investigaciones en Físico-Química de Córdoba (INFIQC), Universidad Nacional de Córdoba (UNC), Facultad de Ciencias Químicas (FCQ), Departamento de Química Orgánica

La presencia de cavidades estables y definidas en un material puede tener aplicaciones en separación molecular, adsorción de gases, almacenamiento de energía y catálisis. Esta porosidad se asocia típicamente a materiales sólidos, pero los últimos años han visto un creciente interés por materiales que posean cavidades estables pese a ser fluidos [1]. Tales materiales, denominados líquidos porosos, pueden construirse tanto de moléculas huecas (tipos I y II) como de nanopartículas porosas (tipos III y IV), ya sea fundiéndolas a temperaturas controladas o disolviéndolas en un solvente que no ingrese a sus cavidades [2].

Esta presentación resume los principales resultados obtenidos de simulaciones atomísticas de cuatro líquidos porosos reales: a) Noria-OEt en éter 15-corona-5, b) Noria en agua, c) pilar[5]areno en éter 15-corona-5, y d) nanopartículas de ZIF-8 en agua y soluciones acuosas de metanol. Para a) y b) se observó aplicabilidad en la captación selectiva de gases como metano y dióxido de carbono [3]. Para c), en cambio, no se formaron complejos hospedador-huésped suficientemente estables dada la flexible cavidad del hospedador. En el caso de d), se corroboró su potencialidad como amortiguador líquido y la capacidad de cambiar la presión de intrusión al agregar metanol en la solución [4]. Entre otras características y resultados de cada líquido en particular, se señalan algunas problemáticas y consideraciones a la hora de modelar y simular líquidos porosos en general.

[1] Pasquale Fernando Fulvio y Sheng Dai. Porous liquids: The next frontier. *Chem*, 6(12):3263–3287, 2020.

[2] Benjamin D. Egleston, Austin Mroz, Kim E. Jelfs, y Rebecca L. Greenaway. Porous liquids – the future is looking emptier. *Chemical Science*, 13(18):5042–5054, 2022.

[3] Francesca M. Alexander, Sergio F. Fonrouge, José L. Borioni, Mario G. Del Pópolo, Peter N. Horton, Simon J. Coles, Benjamin P. Hutchings, Deborah E. Crawford, y Stuart L. James. Noria and its derivatives as hosts for chemically and thermally robust type II porous liquids. *Chemical Science*, 12(42):14230–14240, 2021.

[4] Beibei Lai, Siyuan Liu, John Cahir, Yueting Sun, Haixia Yin, Tristan Youngs, Jin-Chong Tan, Sergio F. Fonrouge, Mario G. Del Pópolo, José L. Borioni, Deborah E. Crawford, Francesca M. Alexander, Chunchun Li, Steven E. J. Bell, Barry Murrer, y Stuart L. James. Liquids with high compressibility. *Advanced Materials*, 35(44), 2023

Martes 17 16:30 – 17:00 hs

Microcine

*** Primera Sesión de Pósters Flash ***

Miércoles 18 14:30 – 14:50 hs

Microcine

Dominancia genética y rutas metabólicas

Melgarejo Augusto¹, Roig Alejandro¹, Lodeiro Aníbal^{2 3}

¹ Departamento de Ciencias Básicas, Facultad de Ingeniería UNLP, Argentina

² Instituto de Biotecnología y Biología Molecular UNLP y CCT La Plata. CONICET Argentina.

³ Cátedra de Genética, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP, Argentina

La relación entre genotipo y fenotipo resulta fundamental para el análisis genético. En el ámbito de la genética cuantitativa, esta conexión se formula en términos de efectos aditivos a y de dominancia d . En organismos diploides, a representa la mitad de la diferencia en el valor fenotípico entre dos genotipos homocigotos parentales contrastantes, P_1 y P_2 , y d ,

la desviación de la progenie híbrida H desde el punto medio entre los padres. En este contexto, a y d pueden escribirse como $a = (P_1 - P_2)/2$ y $d = H - a$. Dado que los valores de a y d dependen del genotipo, en este trabajo intentamos vincular el contenido de enzima E codificada por un gen dado con el valor de a y d en P_1 , P_2 y H suponiendo que en P_2 , E es el doble que en P_1 y que en H , E se encuentra en el punto medio entre el contenido enzimático correspondiente a P_1 y P_2 . Utilizando las ecuaciones de Michaelis-Menten reversibles en estados estacionarios fuera del equilibrio a través de un modelo matemático consistente en un sistema de ecuaciones diferenciales ordinarias acopladas, representamos la ruta metabólica donde vinculamos las concentraciones del metabolito M producido o consumido por la enzima E en P_1 , P_2 y H , las que definen los valores de a y d . Realizamos los cálculos para diferentes valores del flujo metabólico, lo que nos permite representar la manera en que la ruta se acopla con su entorno. Así, podemos explicar las condiciones metabólicas de P_1 , P_2 y H para las cuales se cumplen las situaciones de dominancia completa, dominancia parcial y no-dominancia. Observamos, además, que los rangos de E y M donde se cumplen estas condiciones dependen del valor del flujo metabólico, con lo cual obtenemos una explicación molecular para el efecto ambiental sobre el valor fenotípico.

Miércoles 18 14:50 – 15:10 hs

Microcine

Explorando la dinámica mitocondrial con técnicas de opto-genética

Fernández Casafuz Agustina¹, Macuada Alvarado Josefa^{3, 2}, Landoni Juan², Manley Suliana², De Rossi M. Cecilia⁴, Bruno Luciana¹

¹ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Universidad de Buenos Aires (UBA), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN), Instituto de Cálculo (IC)

² École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL), Laboratory of Experimental Biophysics (LEB)

³ Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Ciencias Biológicas, Laboratorio de Función y Comunicación Mitocondrial

⁴ Universidad de Buenos Aires (UBA), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Instituto de Química Biológica (IQUIBICEN)

La continua remodelación de la red mitocondrial y la regulación de las formas de estas organelas son cruciales para garantizar el correcto funcionamiento celular. Las mitocondrias experimentan cambios en su morfología y dinámica en respuesta a señales tanto químicas como físicas. Recientemente, se ha reportado que la interacción mecánica con el citoesqueleto como así también las fuerzas ejercidas por los motores moleculares durante el transporte de estas organelas pueden modular sus formas. Desde una perspectiva biofísica, estudiar las fluctuaciones morfológicas de las mitocondrias en función de las fuerzas activas aplicadas sobre ellas constituye un desafío ya que resulta especialmente difícil controlar esta variable en células vivas.

En los últimos años, las técnicas optogénéticas han emergido como herramientas ideales para controlar diversos procesos intracelulares de forma casi no invasiva, mediante la utilización de luz. Aquí, reclutamos los motores moleculares (kinesina o dineína) a la membrana mitocondrial externa a través de la heterodimerización del criptocromo 2 (CRY2, fusionado al motor) y su compañero de interacción CIB1 (fusionado a un dominio de la proteína mitocondrial MIRO1). CRY2 y CIB1 se dimerizan en cuestión de subsegundos tras la exposición a la luz azul y se disocian a los pocos minutos de oscuridad, de forma reversible y repetible. De esta forma, controlando la iluminación, podemos regular el número de motores unidos a las mitocondrias y así estudiar cómo la fuerza ejercida sobre ellas afecta su dinámica.

Los resultados preliminares muestran que las mitocondrias están sometidas a fuerzas agudas ejercidas por ambos motores moleculares. Esto se evidencia por el aumento de la movilidad de las organelas más pequeñas, la aparición de túbulos y la deformación de las organelas más largas.

Miércoles 18 15:10 – 15:30 hs

Microcine

Nadadores biomiméticos para la investigación del nado anguiliforme en la interfase aire-agua

Arcuschin Moreno Nicolás¹, Martínez Garbino Paula¹, Trejo Miguel^{1, 2}, Cobelli Pablo^{1, 3}, Raspa Verónica^{1, 3}

¹ Universidad de Buenos Aires (UBA), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN), Departamento de Física, Ciudad Universitaria, 1428 Buenos Aires, Argentina.

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Universidad de Buenos Aires (UBA), Instituto de Física de Buenos Aires (IFIBA), Ciudad Universitaria, 1428 Buenos Aires, Argentina.

³ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Universidad de Buenos Aires (UBA), Instituto de Física Interdisciplinaria y Aplicada (ex INFIP) (INFINA), Ciudad Universitaria, 1428 Buenos Aires, Argentina.

En la naturaleza hay un amplio espectro de especies que desarrollan nado anguiliforme. En todos los casos, el nado se caracteriza tanto por la propagación de una onda mecánica a través de su cuerpo elongado y elástico, como por el desprendimiento de una estela con vorticidad alternada. Cuando el nado se desarrolla en la interfase y si las dimensiones del nadador lo permiten, la acción de la fuerza capilar complejiza la estela. Se propone un nadador artificial activado magnéticamente para investigar experimentalmente la propulsión anguiliforme en la interfase aire-agua. El nadador propuesto tiene una cabeza magnética cilíndrica (2 mm x 1 mm) y un cuerpo elongado y elástico (VPS, $E = 270$ kPa, $\phi = (1018 \pm 3) \mu\text{m}$,

$L = 45 \text{ mm}$); a lo largo de la cual se propaga una onda generada por la activación magnética de la cabeza. La cinemática del nadador se caracterizó a través de su trayectoria, su velocidad terminal, su amplitud de oscilación y la fase existente entre la amplitud de la cola y la cabeza. Con el objetivo de comprender el rol que tiene la deformación de la interfase sobre la performance del nadador, se realizó un análisis de la estela en distintas configuraciones experimentales. En todos los casos, se utilizó la metodología de Fast Checkboard Demodulation (FCD).

Miércoles 18 15:30 – 15:50 hs

Microcine

Efecto hemorreológico de la radiación gamma utilizada en hemoterapia para el tratamiento de unidades transfusionales.

Alet Analía Inés^{1 2 3}, Porini Sabrina², Castellini Horacio⁴, Della Rosa Candela⁴, Moschini Guillermo⁴, Schivazappa Franco⁴, Detarsio Germán³, Aresi Ariel⁵, Di Tullio Liliana⁵, Acosta Andrea⁵, Galassi Mariel^{2 4}, Riquelme Bibiana^{1 2 3}

¹ Universidad Nacional de Rosario (UNR), Consejo de Investigaciones de la Universidad Nacional de Rosario (CIUNR)

² Instituto de Física Rosario (IFIR), Grupo de Física Biomédica

³ Universidad Nacional de Rosario (UNR), Facultad Cs. Bioquímicas y Farmacéuticas (FCByF)

⁴ Universidad Nacional de Rosario (UNR), Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura (FCEIA)

⁵ Centro Regional de Hemoterapia (CRH)

En hemoterapia, la radiación gamma es una herramienta relevante utilizada para inactivar los linfocitos T del donante en unidades transfusionales a fin de prevenir la enfermedad injerto contra huésped. Sin embargo, este tratamiento acorta la vida útil de los glóbulos rojos de 35 (en medio de conservación CPDA) o 45 (CPD-Optisol(R)) a 28 días (según la normativa argentina) o 21 días (según la normativa europea). Si bien existen varios estudios bioquímicos sobre el efecto de este tipo de radiaciones en la sangre, poco es lo que se sabe de su efecto sobre la estructura y la viscoelasticidad de la membrana de los glóbulos rojos.

En este estudio se examinaron las propiedades hemorreológicas de los concentrados de glóbulos rojos irradiados con rayos gamma (fuente de Cs137), en función de la dosis y de los días de almacenamiento en dos medios de conservación diferentes. Para los experimentos se utilizaron unidades de concentrados de glóbulos rojos conservadas en CPDA o CPD-Optisol(R), provistas por el Centro Regional de Hemoterapia de Rosario. Cada unidad se dividió en 6 bolsas satélite, 5 de las cuales fueron irradiadas a diferentes dosis (2, 5, 10, 15 y 25 Gy) y la restante se utilizó como control (0 Gy). Las muestras de cada bolsa se analizaron semanalmente durante 35 días. Los parámetros viscoelásticos y de agregación eritrocitaria se determinaron utilizando el Reómetro Eritrocitario y el Agregómetro de Chip Óptico desarrollado por investigadores del Instituto de Física de Rosario [1]. Algunos parámetros hemorreológicos mostraron cambios significativos en función del tiempo de almacenamiento, la dosis de radiación y el medio de conservación específico utilizado. Los datos obtenidos proporcionan información relevante sobre el daño causado a los glóbulos rojos debido a la dosis de radiación y al almacenamiento, lo que está relacionado con las diferentes características de los dos medios de conservación estándar evaluados. Estos resultados, sumados a estudios bioquímicos complementarios [2], serán utilizados para evaluar el efecto de la radiación gamma sobre la membrana eritrocitaria, y así mejorar las condiciones para prolongar el tiempo de viabilidad de las unidades transfusionales irradiadas.

[1] BD Riquelme et al, Reómetro Eritrocitario. Invention Patent AR 091467 B1, 2013. <https://lens.org/002-392-548-778-992>

[2] AI Alet et al, Anales AFA 35 (2024) 21

Miércoles 18 15:50 – 16:10 hs

Microcine

Comportamiento termodinámico y autoensamblado en mezclas binarias con interacciones competitivas

De Virgiliis Andres¹, Meyra Ariel G.¹, Ciach Alina¹

¹ Instituto de Física de Líquidos y Sistemas Biológicos (IFLYSIB), Universidad Nacional de La Plata (UNLP), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

Las interacciones competitivas entre partículas, por ejemplo en proteínas adsorbidas en membranas biológicas o en nanopartículas y coloides disueltos en solventes complejos, dependen del balance entre el rango de las fluctuaciones de composición del solvente, y la longitud de apantallamiento de las interacciones electrostáticas. Esta competencia da lugar a interacciones efectivas que son atractivas a rangos cortos y repulsivas a largo alcance, los llamados potenciales SALR, que han sido estudiados mayormente para sistemas de un componente, tanto teórica como experimentalmente [1].

Como contrapartida, el caso de sistemas multicomponente ha sido poco estudiado [2], por lo que desarrollamos un modelo de red 2D genérico para una mezcla binaria de partículas cargadas inmersas en un solvente, a fin de estudiar aspectos cualitativos de la formación de patrones por autoensamblado. Ahora la pregunta es qué tipo de patrones ordenados son estables a baja temperatura (T) para un dado potencial químico (μ) de cada especie.

Las partículas ocupan sitios de una red triangular y las interacciones son simétricas, es decir la atracción a primeros vecinos entre partículas de la misma especie es $-J_1$ y la repulsión entre especies distintas es J_1 . Para segundos vecinos las interacciones cambian de signo, mientras que para los terceros vecinos tomamos J_2 y $-J_2$ para especies idénticas

o distintas, respectivamente. Así, el parámetro adimensional que controla la forma de las interacciones es el cociente $J \equiv J_2/J_1$.

Exploramos entonces los efectos de las fluctuaciones sobre los patrones de autoensamblado generados en equilibrio térmico, mediante simulaciones Monte Carlo tanto en el ensemble Grand Canónico como en el Canónico, aplicando el algoritmo de Metropolis. Los resultados a baja temperatura se comparan con los cálculos de GS mientras que a temperaturas más altas se contrastan con una teoría mesoscópica que incorpora fluctuaciones explícitamente [2].

En general, las simulaciones a baja temperatura muestran la mayoría de los patrones estructurales predichos por los cálculos de GS en diferentes regiones del diagrama de fase, expresado en términos de las variables μ_1, μ_2 , para determinados valores del cociente J . En el primer caso estudiado, $J \equiv J_2/J_1 = 3,0$, encontramos que a altas densidades estos patrones no dependen del rango de las interacciones sino de la composición de la monocapa, dando lugar a estructuras que adoptan la forma de tiras (*stripes*) alternadas de cada especie y de longitud variable, o de tipo lamelar. Los respectivos bordes de fase a diferentes temperaturas fueron analizados en el caso de una composición simétrica, es decir $\mu_1 = \mu_2$ [3]. En particular, la curva a alta temperatura que divide la fase de tiras del fluido desordenado, la denominada línea- λ , coincide con la predicha por la teoría mesoscópica [4].

Por otro lado, cuando consideramos el caso $J = 0,75$ encontramos un diagrama de fase mucho más complejo para el estado fundamental. Para una composición simétrica, ahora aparecen patrones ordenados formados por tiras de una especie que encierran pequeños clusters de la otra especie [4].

[1] S.L. Veatch *et al.*, *Proc. Nat. Acad. Sci. USA* **104**, 17650 (2007).

[2] Patsahan, O.; Litniewski, M.; Ciach, A., *Soft Matter* **17**, 2883 (2021).

[3] Ciach, A.; De Virgiliis, A.; Meyra, A.; Litniewski, M., *Molecules* **28**, 1366 (2023).

[4] De Virgiliis, A.; Meyra, A.; Ciach, A., *Molecules* **29**, 1512 (2024).

Miércoles 18 16:10 – 16:30 hs

Microcine

Flujo de calor a través de una interfase líquido-vapor: el efecto de fijar polímeros en una pared

Pastorino Claudio^{1, 2}, Urrutia Ignacio^{1, 2}, Fiora María¹, Condado Federico¹

¹ Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Grupo de Teoría y Simulación en Materia Blanda, Departamento de Física de Materia Condensada (DFMC-GlyA-CNEA)

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Instituto de Nanociencia y Nanotecnología (INN-CONICET-CNEA)

El transporte de calor a través de una interfase líquido-vapor es un fenómeno complejo y muy relevante para aplicaciones criogénicas y de remoción de calor en aplicaciones de generación de energía. El acoplamiento físico entre las paredes confinantes, el líquido y el vapor es muy importante para controlar o mejorar tasas de enfriado o eficiencia de condensación y la modificación de superficies es un camino muy promisorio para optimizar el transporte de calor en sistemas confinados de dos fases. Utilizamos dinámica molecular de grano grueso para estudiar una interfase líquido-vapor confinada como función del llenado de fluido de un nano-canal. Establecimos un flujo de calor estacionario a través de la interfase, con el líquido en contacto con una pared fría y el vapor en contacto con una pared caliente y realizamos simulaciones incrementando progresivamente el número de partículas de fluido (el llenado del canal). Calculamos perfiles de densidad, presión y temperatura a lo largo del canal. Comparamos el comportamiento del flujo con las paredes vacías del canal con un sistema similar, con las paredes modificadas por polímeros fijados en la pared caliente, con diferentes afinidades de mojado y propiedades de flexión. Tomamos casos extremos de propiedades de los polímeros para dilucidar el comportamiento general de los polímeros en el flujo de calor. Encontramos que las paredes recubiertas por polímeros solvofílicos mejoran el flujo de calor en factores de hasta 6x, comparado con paredes vacías, cuando la fase líquida se pone en contacto con los polímeros. Una vez que el líquido moja la pared, la mejora en el flujo de calor es más sutil y dominada por la densidad de fijado de los polímeros. Para paredes revestidas por polímeros semi-flexibles de muy alta rigidez de flexión, el salto en el flujo de calor se da para llenados de canal significativamente menores que en el caso de paredes vacías, cuando los extremos libres de los polímeros interactúan con el líquido. Encontramos un efecto muy interesante: que la morfología de los polímeros induce un "puente de líquido", a través del cual el calor es transportado con muy alta conductividad térmica.

Miércoles 18 16:30 – 16:50 hs

Microcine

Estructura e isomorfismo en discos con interacción de densidad dipolar: simulaciones y teoría de ecuaciones integrales

Banchio Adolfo J.¹, Rufeil - Fiori Elena¹

¹ Facultad de Matemática Astronomía, Física y Computación (FAMAF), Instituto de Física Enrique Gaviola (IFEG), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

El potencial de interacción de densidad dipolar en sistemas 2D es una interacción interdominio relevante en modelos de biomembranas constituidos por monocapas lipídicas con coexistencia de fases. Esta interacción repulsiva surge debido al exceso de densidad dipolar de los dominios, que se alinean perpendicularmente a la interfase. Para este tipo de potencial

de interacción, no existen estudios sobre el desempeño de las Teorías de Ecuaciones Integrales (IET). En este trabajo, estudiamos el desempeño de tres clausuras de la ecuación de Ornstein-Zernike: Rogers-Young (RY), Modified Hypernetted Chain (MHNC) y Variational Modified Hypernetted Chain (VMHNC). Se consideran dos aproximaciones diferentes para el sistema de referencia de discos duros para las dos últimas clausuras, que aproximan la función puente por la de un sistema de referencia: una basada en la aproximación Percus-Yevick (PY), y la otra basada en una extensión de la parametrización de esferas duras Verlet-Weis-Henderson-Grundke (LB). La precisión de los cinco enfoques se evalúa mediante la comparación de la función de correlación de pares y el factor de estructura con datos de simulación de Monte Carlo. Además, analizamos la existencia de líneas isomorfas en el diagrama de fases, tanto mediante simulaciones numéricas como mediante IET. El comportamiento isomorfo ofrece la ventaja de que los valores de algunas de las propiedades físicas a lo largo de un isomorfismo se pueden predecir a partir de su valor en un solo punto de estado mediante un escalamiento adecuado y simple.

Miércoles 18 16:50 – 17:20 hs

Microcine

***** Segunda Sesión de Pósters Flash *****

Jueves 19 14:30 – 14:50 hs

Microcine

Adhesión bacteriana y formación de bio películas sobre superficies metálicas

Aljarrat Nadia², Balty Francois³, Fourneau Emile³, Silhanek Alejandro V³, Sigot Valeria², Miño Gaston L²

¹ Lab. de Microscopía Apl. a Est. Moleculares y Celulares /Grupo de Inv. en Microfluídica, Fac. de Ing., Univ. Nac. de Entre Ríos.

² Instituto de Investigación y Desarrollo en Bioingeniería y Bioinformática (IBB), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Universidad Nacional de Entre Ríos (UNER)

³ Experimental Physics of Nanostructured Materials, Departament of Physics, Université de Liège

La incidencia de infecciones bacterianas sobre superficies metálicas se encuentra en continuo crecimiento debido a la demanda incremental de dispositivos médicos implantables para reemplazo articular, prótesis dentales o reparación de fracturas. Es por esto que estudiar estrategias que minimicen la formación de biopelículas puede presentar un alto impacto en pacientes implantados y en los costos que producen a los sistemas de salud. El objetivo de este trabajo es investigar cómo las propiedades superficiales de diversos materiales afectan la adhesión de células bacterianas y la formación subsiguiente de biofilm. Para ello se seleccionaron materiales metálicos con diferentes potenciales de reducción estándar, abarcando tanto valores negativos como positivos. Mediante técnicas de sputtering y fabricación de microcanales se construyó un setup experimental que permitió evaluar la formación de biopelículas junto con la adhesión inicial. Para la observación y caracterización de estos procesos se utilizan marcadores fluorescentes nanométricos (Qdots) y microscopía confocal de fluorescencia. La técnica de fluorescencia permitió identificar la presencia de estructuras bacterianas marcadas con las nanopartículas y comparar cuantitativamente la adhesión a los distintos metales. El proceso biológico se estudió a las 4, 24 y 48 horas de iniciado el contacto entre suspensiones bacterianas y superficies metálicas. Los metales ensayados (Oro, Platino, Cromo, Titanio, Níquel, Niobio y Tantalio) presentaron diferencias significativas que favorecieron o limitaron la adhesión bacteriana y la consecuente formación de biopelículas.

Jueves 19 14:50 – 15:10 hs

Microcine

Efecto de la interacción electrostática y regulación de carga en la coacervación de proteínas del suero lácteo con biopolímeros aniónicos.

Torres Paola¹, Baldor Sofia², Spelzini Dario², Boeris Valeria², Narambuena Claudio¹

¹ Grupo de Bionanotecnología y Sistemas Complejos. G.V. INFAP-CONICET. Facultad Regional San Rafael. UTN.

² Facultad de Bioquímica y Farmacia de la Universidad Nacional de Rosario.

El suero lácteo es el líquido remanente de la producción de quesos. Este líquido conserva una cantidad y calidad significativas de proteínas, tales como α -lactoalbúmina, β -lactoglobulina y macropéptido de caseína. En Argentina, se desperdician alrededor de 10 millones de litros de suero lácteo por día, ya que las tecnologías tradicionales para recuperar estas proteínas tienen costos económicos prohibitivos para la mayoría de las Pymes lácteas.

Sin embargo, la interacción entre proteínas y polisacáridos ionizables se vislumbra como un método simple y directo para la precipitación y recuperación de proteínas de valor nutricional. La interacción atractiva entre proteínas y polisacáridos es de naturaleza electrostática, y la formación del complejo puede originar especies solubles o insolubles, fundamentalmente en función del pH.

Hemos estudiado esta interacción utilizando simulaciones computacionales con el método de Monte Carlo a pH constante. Las proteínas y los polisacáridos fueron representados con modelos de grano grueso, donde se focaliza la interacción electrostática y de volumen excluido. Posteriormente, se fijan el pH y la concentración de sal en la solución. Los resultados de las simulaciones se comparan y se retroalimentan con resultados experimentales para entender los detalles fisicoquímicos de la formación y precipitación de los complejos entre proteínas y polisacáridos.

Jueves 19 15:10 – 15:30 hs

Microcine

Efecto del uso de almidón en películas de PLA para su empleo en envases de alimento

Zamora María¹, Carnaghi Teo¹, Pajoni Julieta¹, Famá Lucia Mercedes¹¹ Universidad de Buenos Aires (UBA), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN), Laboratorio de Polímeros y Materiales Compuestos (LPyMC)

El plástico conocido como PLA, utilizado principalmente por la industria de envases y embalajes, impresión 3D, productos médicos, productos desechables y textiles, es publicitado como biodegradable y amigable con el medio ambiente, sin embargo es compostable bajo condiciones específicas, pero no biodegradable en suelo, pudiendo tardar hasta 80 años en degradarse. Este estudio analiza la compatibilidad de películas de mezclas de poliláctico (PLA) con almidón termoplástico de mandioca (TPS) en diferentes proporciones, como una alternativa biodegradable en suelo. Se evaluó el efecto de las proporciones PLA-TPS en la morfología y propiedades mecánicas de las películas.

Se desarrollaron mezclas de almidón, agua y glicerol que fueron procesadas mediante extrusión con un perfil de temperaturas de 60-140°C y velocidades de tornillo de 120 rpm. Estos cordones fueron peletizados y combinados con pellets comerciales de PLA puro en proporciones 80 % (PLA) - 20 % (TPS) y 70-30, repitiendo el proceso de extrusión directa con un perfil de temperaturas de 60-160°C seguido de una termo compresión con el propósito de adquirir las películas.

Se analizó la microscopía óptica, en la que se observaron granos de almidón dispersos aleatoriamente en las muestras y de forma homogénea en relación a la cantidad por fotografía. Se encontró mayor cantidad de granos para menor proporción de PLA, lo cual es razonable ya que tienen mayor proporción de almidón.

Las propiedades mecánicas fueron evaluadas mediante ensayos de tensión uniaxial, se observó que el módulo de Young del TPS es tres órdenes de magnitud inferior al del PLA, conforme a lo establecido en la literatura. No obstante, las mezclas de PLA-TPS mantienen el orden de los Gigapascales del PLA, lo que sugiere que la incorporación de almidón no ejerce un impacto negativo en este parámetro mecánico.

La mojabilidad en agua de las mezclas se analizó con la técnica de ángulo de contacto. Las mezclas de PLA-TPS resultaron ser más hidrofílica que el PLA puro, pero más hidrofóbica que el TPS. Los materiales PLA-TPS absorben agua con el tiempo; sin embargo, la absorción es inferior al 4 %. Las mezclas de PLA-TPS demuestran que, aunque el ángulo de contacto disminuye con la adición de TPS, los resultados no muestran diferencias significativas al variar la proporción de PLA-TPS.

La incorporación de TPS en mezclas con PLA no afecta negativamente la hidrofobicidad del material, manteniendo un ángulo de contacto y una absorción de agua controlados. A pesar de que el módulo de Young del TPS es significativamente menor que el del PLA, las mezclas PLA-TPS conservan la rigidez del PLA. Aumentar la proporción de TPS reduce los costos y mejora la biodegradabilidad en compostaje, presentándose como una solución económica y sostenible sin comprometer las propiedades mecánicas del material.

[1] PLA-Potato Thermoplastic Starch Filament as a Sustainable Alternative to the Conventional PLA Filament.

[2] González-Seligra, P., Guzmán, L., Ochoa-Yepes, O., Goyanes, S., Famá, L. LWT, 2017, 84, 520-528.

[3] Merchan Sandoval, Julie & Ballesteros, Diego & Jimenez, Isabel & Medina, Jorge & Álvarez, Oscar & Este., (2009).

[4] Ju, Q., Tang, Z., Shi, H., Zhu, Y., Shen, Y., & Wang, T. (2022). Thermoplastic starch based blends as a highly renewable filament for fused deposition modelling 3D printing. International Journal Of Biological Macromolecules, 219, 175-184.

Jueves 19 15:30 – 15:50 hs

Microcine

Biodegradabilidad en cada capa: Filamentos sostenibles para impresión 3D

Pajoni Julieta¹, Zamora María¹, Carnaghi Teo¹, Famá Lucía^{1 2}¹ Universidad de Buenos Aires (UBA), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN), Departamento de Física, Ciudad Universitaria, 1428 Buenos Aires, Argentina² Instituto de Física de Buenos Aires (IFIBA), Universidad de Buenos Aires (UBA), CABA, 1428, Argentina

La tecnología de impresión 3D emplea filamentos, y entre los más relevantes y solicitados, se encuentran los conformados por ácido poliláctico (PLA) debido a su facilidad de procesamiento, transparencia y alta resistencia mecánica. Sin embargo, entre las desventajas del PLA se encuentra su elevado costo y alta fragilidad. Además, este polímero es biodegradable pero

en instalaciones de compostaje industrial [1]. La combinación de PLA con almidón termoplástico (TPS), surge como una alternativa novedosa e innovadora para desarrollar nuevos materiales para impresión 3D más económicos y más amigables con el medio ambiente. El estudio de la mezcla PLA-TPS en la bibliografía reciente se realiza mediante el uso de un compatibilizante [2]. El objetivo de este trabajo es optimizar la producción de filamentos mayormente sostenibles a partir de mezclas de PLA y TPS sin el empleo de un compatibilizante específico mediante el método de extrusión, y explorar el efecto del almidón en la morfología y características fisicoquímicas de los filamentos para su posible uso en impresión 3D. Se obtuvieron filamentos de mezclas PLA-TPS mediante el proceso de extrusión en distintas proporciones. Para ello, se elaboraron cordones de TPS, compuesto por almidón de mandioca y glicerol, también mediante extrusión empleando una extrusora de doble tornillo y utilizando los parámetros evaluados por el grupo de trabajo del Laboratorio de Polímeros y Materiales Compuestos del Departamento de Física (FCEyN, UBA), perfil de temperaturas de 60-140 °C y una velocidad de tornillos de 80 rpm [3]. Su posterior peletizado permitió obtener las mezclas con pellets comerciales de PLA que fueron nuevamente procesados por extrusión a temperaturas de 90-180 °C, hasta obtener filamentos de diámetro aproximado de 1,75 mm. Se caracterizaron los filamentos mediante microscopía óptica con polarizadores cruzados, y se observó la presencia de cruces de malta, indicando que el almidón no fue completamente procesado durante la extrusión. Actualmente se está trabajando en la caracterización de los filamentos, estudiando sus propiedades mecánicas, su contenido de humedad, solubilidad y degradación en compost vegetal. El objetivo final de este trabajo consiste en emplear los filamentos con las propiedades más destacadas para la obtención de prototipos por impresión 3D más amigables con el medio ambiente.

[1] Kuru, Z., and Kaya, M. A. (2023). Poly (lactic acid)/polyester blends: review of current and future applications. *The European Journal of Research and Development*, 3(1), 175-199.

[2] Bher, A., Auras, R., and Schvezov, C. E. (2018). Improving the toughening in poly (lactic acid) thermoplastic cassava starch reactive blends. *Journal of Applied Polymer Science*, 135(15), 46140.

[3] Guz, L., and Fama, L. (2024). Sustainable innovations in food packaging: Antioxidant basil-enriched cassava starch films with UV protection and enhanced water and mechanical resistance. *Food Packaging and Shelf Life*, 45, 101324.

Jueves 19 15:50 – 16:10 hs

Microcine

Amortiguadores granulares con respuesta cuasi-lineal

Tomás Kevin Gabriel¹, Suarez Ramiro Eloy¹, Gómez Paccapelo Julián María¹, Pugnaroni Luis Ariel^{1, 2}, Ferreyra María Victoria¹

¹ Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN), Universidad Nacional de La Pampa (UNLPam)

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

Un amortiguador granular es un dispositivo pasivo que utiliza las propiedades disipativas de los materiales granulares para la atenuación de vibraciones en sistemas mecánicos. Estos dispositivos son efectivos aún en condiciones donde los tradicionales amortiguadores viscosos fallan (e.g., en temperaturas o presiones extremas). Sin embargo, el uso de amortiguadores granulares en la industria se ha visto obstaculizado por su respuesta no lineal, lo que dificulta predecir el rendimiento efectivo cuando se acoplan a la estructura vibrante primaria que se desea amortiguar. Logramos, experimentalmente, diseñar amortiguadores de tipo cono-en-cono que alteran significativamente la respuesta, la cual se vuelve esencialmente lineal, dando lugar a una disipación constante para amplitudes de aceleración que exceden la aceleración de la gravedad. Con esto logramos evitar las transiciones abruptas de comportamiento en amortiguadores granulares convencionales, tales como el efecto "collect-and-collide". Mostramos que la respuestas de estos nuevos amortiguadores tipo cono-en-cono pueden modelarse usando una ley de fuerza simple, similar a la de los amortiguadores viscosos tradicionales. Mediante filmaciones de alta velocidad del material granular en el interior del recinto, mostramos los mecanismos que subyacen a la respuesta lineal. Estos diseños mejorados tienen el potencial de incrementar el espectro de aplicaciones de los amortiguadores granulares.

Jueves 19 16:10 – 16:50 hs

Microcine

Asteroides Pequeños como Medios Granulares: Agregación, Estructura Interna y Disipación

Sánchez Paul¹, Scheeres Daniel J.², Azéma Emilien³, Renouf Mathieu³, Quillen Alice C.⁴

¹ University of Colorado Boulder, CCAR, Boulder, CO 80303, USA

² University of Colorado Boulder, Ann & H.J. Smead Department of Aerospace Engineering Sciences, Boulder, CO 80303, USA

³ Université de Montpellier, LMGCC, Montpellier, Francia

⁴ University of Rochester, Department of Physics and Astronomy, Rochester, NY 14627, USA

Hoy por hoy, se ha aceptado que la mayoría de los asteroides pequeños del Sistema Solar son agregados granulares que se mantienen unidos por fuerzas gravitacionales y posiblemente cohesivas. Estos agregados pueden formarse, deformarse y alterarse a lo largo de milenios sometidos a diferentes factores internos y externos que determinarían en última instancia su evolución en el tiempo. Parámetros como la porosidad, la resistencia cohesiva y a la tracción, los ángulos de fricción, la distribución del tamaño de las partículas, los estados de tensión y la heterogeneidad, entre otros, determinan cómo reaccionarán estos cuerpos cuando se los someta a diferentes factores externos. Estos factores externos incluyen el impulso

de los fotones solares, las mareas gravitacionales, y los micro y macro impactos, que creemos produjeron y dieron forma a la población actual de asteroides. En definitiva, es una competencia entre la resistencia interna del asteroide y los factores externos que intentan despedazarlo y eso es lo que queremos entender.

Además, la conceptualización de los asteroides como medios granulares en condiciones de gravedad extremadamente baja también presenta implicaciones y desafíos de ingeniería para las misiones de exploración espacial, la utilización de recursos en el espacio (ISRU por sus siglas en inglés) y la defensa planetaria. Este último punto fue evidente durante la misión DART de NASA y será de gran importancia durante el acercamiento del asteroide Apophis en 2029.

Simulaciones han demostrado que la forma en que un asteroide cambia de forma o se altera tiene una correlación directa con su estructura interna. A su vez, la resistencia de la estructura interna, así como su distribución de densidad, está ligada al tamaño de las partículas, su distribución del tamaño y ubicación dentro del asteroide. Teniendo esto en cuenta, se han simulado interiores heterogéneos con núcleos fuertes y débiles; sin embargo, las razones de la existencia de heterogeneidad aún no se han explicado completamente.

En esta charla presentaré un resumen de lo que hemos podido entender sobre la resistencia mecánica de estos pequeños cuerpos, su formación, evolución, estructura interna y las observaciones astronómicas que han validado los resultados numéricos.

Martes 17 14:30 – 15:30 hs

Centro Angelelli

Innovación en bioinformática: cómo la inteligencia artificial está transformando la detección de enfermedades raras

Cagnina Leticia C.^{1 2}¹ Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Inteligencia Computacional (LIDIC), Universidad Nacional de San Luis (UNSL)² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

La bioinformática es una ciencia interdisciplinaria que analiza e interpreta datos biológicos a través de la aplicación de herramientas analíticas sofisticadas, estadísticas avanzadas y métodos computacionales modernos. Por un lado, cubre el desarrollo de sistemas informáticos para el cómputo de datos biológicos y por otro, analiza la información para concluir interpretaciones y aplicaciones biológicas. Las técnicas de Aprendizaje Automático, como parte de las tecnologías de la Inteligencia Artificial, están siendo utilizadas a gran escala en este campo para abordar problemas contemporáneos como la clasificación y predicción de enfermedades, selección de características relevantes, reducción de dimensionalidad de datos y secuenciamiento genómico, entre otros. Un caso de estudio particular, relevante y actual en el área bioinformática es el de la identificación de enfermedades raras. Las enfermedades raras se caracterizan por presentar una amplia diversidad de síntomas y signos que varían no sólo de una enfermedad a otra sino también de un paciente a otro. Debido a la baja prevalencia de cada enfermedad, la experiencia médica es escasa, el conocimiento insuficiente, la atención médica inadecuada y la investigación limitada. Síntomas relativamente comunes pueden ocultar enfermedades raras subyacentes que conducen a un diagnóstico erróneo y retrasan el tratamiento. De allí la importancia en la detección de posibles síntomas que podrían ser causantes de una enfermedad rara. Actualmente se están aplicando métodos del estado del arte en Aprendizaje Automático para que, a través del diagnóstico anticipado se pueda alertar al sistema de salud y colaborar con la detección temprana de este tipo de enfermedades.

Martes 17 15:30 – 15:50 hs

Centro Angelelli

Estudio combinado de eficiencia y robustez de la red de transporte público

Cicchini Tomas^{1 2}, Salgado Ariel¹, Caridi Ines^{1 3}, Ermann Leonardo^{4 3}¹ Instituto de Cálculo (IC), CONICET-Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Instituto de Cálculo (IC)² Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Departamento de Física³ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)⁴ Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Dto FT, GlyA, Comisión Nacional de Energía Atómica

Nuestro trabajo se enfoca en estudiar la robustez de Redes de Transporte Público (RTP) frente al ataque sobre sus rutas. En una red de colectivos, el mecanismo que buscamos representar es el de una línea de colectivos que se interrumpe en su totalidad, algo que tiene sentido en ciudades latinoamericanas.

Estudiamos la robustez a partir de los tamaños de las componentes que quedan conectadas frente al ataque dirigido y aleatorio sobre sus rutas, siguiendo diferentes estrategias de ataque que tienen en cuenta propiedades topológicas de la red [1]. Trabajamos con redes sintéticas y con la red real de colectivos del área Metropolitana de Buenos Aires.

Como continuación de este trabajo, nos interesa profundizar en la eficiencia y robustez de la red, que son características estructurales cruciales de las redes complejas, aunque su relación ha sido poco estudiada [2]. En general, se define a la robustez como la capacidad de la red para seguir funcionando aún frente al ataque de sus componentes, lo que implica redundancia en su estructura. En cambio, la eficiencia es una característica asociada a la eficiente conexión entre distintas partes de la red. Nos proponemos estudiar el compromiso entre estas dos características al analizar modelos y ejemplos reales de redes de transporte público. Esto se estudiará no sólo para el fenómeno de ataque, sino también de crecimiento de las redes sintéticas que ya estudiamos. Buscamos comprender qué mecanismos permiten consolidar una u otra característica, con la motivación final de elaborar un modelo de red sintética que pueda optimizar la eficiencia y la robustez en simultáneo.

[1] Cicchini, T., Caridi, I. & Ermann, L. Robustness of the public transport network against attacks on its routes. *Chaos, Solitons & Fractals*. **184** pp. 115019 (2024), <https://doi.org/10.1016/j.chaos.2024.115019> [2] Peng, GS., Tan, SY., Wu, J. & Holme P.. Trade-offs between robustness and small-world effect in complex networks. *Scientific Report* 6, 37317 (2016). <https://doi.org/10.1038/srep37317>

Martes 17 15:50 – 16:10 hs

Centro Angelelli

Formación de opinión en las redes de Wikipedia a través del modelo de ising

Ermann Leonardo¹

¹ Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Universidad Nacional de Gral. San Martín (UNSAM), Dto Física Teórica, GlyA, CNEA

Construimos la red de Wikipedia, donde cada artículo es un nodo conectado por sus enlaces dirigidos dentro del artículo, para distintos idiomas. Analizamos las propiedades topológicas y espectrales de la red, así como las medidas de centralidad de sus nodos. Introducimos el modelo de Formación de Opinión en Redes de Ising (INOF, por sus siglas en inglés) y lo aplicamos al análisis de redes de 6 idiomas de Wikipedia. En el modelo, los espines de Ising se colocan en nodos/artículos de la red, y la polarización binaria de opiniones en estado estable de los espines se determina a partir de iteraciones de Monte Carlo, en las cuales la orientación de un espín dado se define por los enlaces entrantes de otros espines (nodos vecinos). La consideración principal se centra en la confrontación de opiniones entre *capitalismo*, *imperialismo* (opinión azul) y *socialismo*, *comunismo* (opinión roja). Estos nodos tienen una orientación de espín/opinión fija, mientras que otros nodos alcanzan sus opiniones en estado estable a través del proceso de iteraciones de Monte Carlo. Encontramos que la opinión global de la red favorece al *socialismo*, *comunismo* en las 6 ediciones lingüísticas de Wikipedia. El modelo también determina las preferencias de opinión para los países del mundo y líderes políticos, mostrando una buena concordancia con las expectativas heurísticas. Además, presentamos resultados para la competencia de opiniones entre *cristianismo* e *islam* y entre los partidos *Demócrata* y *Republicano* de Estados Unidos. Argumentamos que el enfoque INOF puede encontrar numerosas aplicaciones para redes complejas dirigidas.

Martes 17 16:10 – 16:30 hs

Centro Angelelli

Tucuras y Mallines: Estudio interdisciplinario del impacto de los estallidos poblacionales de insectos en un ecosistema patagónico

Laguna Fabiana¹, Serrano Soledad², Pietrantuono Ana Laura², Weigandt Mariana², Amadio María Emilia², Fernández Arhex Valeria²

¹ Centro Atómico Bariloche (CAB), División Física Estadística e Interdisciplinaria - CONICET

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), IFAB-INTA, EEA Bariloche

La estepa patagónica alberga una diversidad de ecosistemas, donde conviven especies autóctonas e introducidas. Entre estos ecosistemas, los humedales, conocidos regionalmente como mallines, desempeñan importantes funciones ambientales y ecológicas. Algunas especies características de los mallines son los insectos herbívoros, cuyos ocasionales estallidos poblacionales pueden alterar la disponibilidad de recursos alimentarios para otros animales y causar pérdidas económicas. Destacan dos especies predominantes de ortópteros nativos de Argentina, comúnmente llamadas tucuras: *Dichroplus elongatus*, generalmente considerada una plaga, y *D. vittigerum*.

Para evaluar las consecuencias de los estallidos poblacionales de tucuras en los mallines, realizamos un estudio interdisciplinario que incluyó experimentos de campo y de laboratorio en un mallín patagónico cercano a la ciudad de Bariloche. Determinamos la cobertura vegetal de las especies más representativas en la dieta de las dos especies de tucura y realizamos experimentos de alimentación para evaluar su tasa de consumo y preferencias. Con esta información, desarrollamos un modelo estocástico espacialmente explícito basado en individuos, diseñado específicamente para estudiar este ecosistema. La exploración numérica del espacio de parámetros del modelo mostró que el impacto potencial de estos ortópteros depende tanto de sus densidades como de la biomasa vegetal del mallín. Nuestros resultados permitieron definir umbrales de plaga para varios escenarios realistas. Este tipo de estudios es crucial para desarrollar estrategias de alerta temprana y promover la conservación y gestión de los ambientes naturales.

Martes 17 16:30 – 16:50 hs

Centro Angelelli

Modelos estocásticos y sus contrapartes deterministas: ¿ecuaciones ad-hoc o de primeros principios?

Suárez Daniela Lioren^{3 1 2}, Laguna Fabiana^{3 2}, Guisoni Nara^{3 4}

¹ Universidad Nacional de La Plata (UNLP)

² Centro Atómico Bariloche (CAB), División Física Estadística e Interdisciplinaria - CONICET

³ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

⁴ Centro Regional de Estudios Genómicos (CREG), Universidad Nacional de La Plata (UNLP)

Dos tipos de modelos matemáticos muy utilizados en nuestra comunidad son los modelos deterministas de ecuaciones diferenciales y los modelos estocásticos basados en individuos. Una de las ventajas del último enfoque es la posibilidad de abandonar la descripción a nivel de población en favor de una descripción basada en individuos, en la que se definen reglas explícitas que gobiernan la interacción de los individuos entre sí y con el entorno. Aún optando por trabajar con un modelo estocástico basado en individuos, que puede estudiarse exactamente a través de simulaciones de Monte Carlo, suele ser de mucha utilidad desarrollar una versión de ecuaciones diferenciales del mismo, vía campo medio o considerando diferentes aproximaciones para las fluctuaciones. Formular ecuaciones para un modelo permite obtener información sobre cómo se

relacionan las variables y los procesos involucrados, algo que generalmente no es accesible a partir de las reglas de evolución empleadas en los modelos estocásticos. Además, los resultados obtenidos del modelo de ecuaciones diferenciales asociado al modelo estocástico suelen servir como guía para explorar los comportamientos posibles y el espacio de parámetros en las simulaciones de Monte Carlo, ya que se espera que el comportamiento de ambos tipos de modelos sea cualitativamente equivalente. Las ecuaciones diferenciales para un modelo pueden plantearse fenomenológicamente, de forma ad-hoc. Otra opción es derivarlas utilizando la ecuación maestra, una tarea que puede no ser sencilla, pero que resulta en ecuaciones basadas en primeros principios. Discutiremos por qué el camino más largo para encontrar las ecuaciones deterministas de campo medio es el más adecuado, y también el más elegante. Como ejemplo, mostraremos resultados para un modelo me-tapoblacional con competencia jerárquica entre las especies. Compararemos los resultados de campo medio y simulaciones de Monte Carlo. Mostraremos que, en algunos casos, las ecuaciones derivadas de la ecuación maestra contienen términos no intuitivos que no pueden ser determinados correctamente en forma ad-hoc.

Miércoles 18 14:30 – 15:00 hs

Centro Angelelli

Comparación de la Evidencia Bayesiana de modelos alternativos de la activación de receptores de membrana P2X2

Moffatt Luciano¹

¹ Instituto de Química, Física de los Materiales, Medio Ambiente y Energía (INQUIMAE)

Se logró una aproximación a la Evidencia Bayesiana de esquemas cinéticos que describen las macrocorrientes de membrana celular de receptores purinérgicos P2X2. Se analizaron tanto esquemas previamente publicados como otros nuevos desarrollados a partir de la estructura del receptor. La aproximación de la evidencia del modelo se obtuvo corriendo un conjunto de cadenas paralelas de Montecarlo Markov Chain sintonizadas a distintas temperaturas. Se definieron distribuciones a priori para los parámetros de cada esquema cinético y la probabilidad fue aproximada por una implementación del filtro de Kalman, el método macroscópico recursivo. Se analizaron respuestas ya publicadas de receptores P2X2 y el filtro fue aplicado a intervalos exponencialmente crecientes, luego de pulso de agonista. Se encontró una asimetría en la interacción RBR que sugiere que existe un ordenamiento en la rotación de las subunidades. Se desarrolló un esquema cinético que modela el sitio de unión entre subunidades del receptor. En este esquema cada subunidad puede hacer un solo cambio conformacional, una rotación hacia el estado abierto del receptor y cada sitio de unión puede estar libre u ocupado por ATP. La conductancia del receptor se modeló como dependiente del número de subunidades rotadas. Consideramos tres interacciones conformacionales RB y BR (la interacción entre la unión del agonista con la rotación de la subunidad a la izquierda y derecha del sitio de unión) y la interacción triple RBR donde solo hay interacción con el sitio de unión si ambas subunidades rotan simultáneamente. Esta última interacción es sugerida por simulaciones de dinámica molecular. El esquema que mostró la mayor evidencia fue el que consideró las tres interacciones.

Miércoles 18 15:00 – 15:20 hs

Centro Angelelli

Enfoque simbólico multiescala para decodificar la banda delta y las oscilaciones de alta frecuencia como biomarcadores epilépticos

Granado Mauro¹, Martínez Nataniel², Miceli Federico¹, Montani Fernando¹

¹ Instituto de Física de La Plata (IFLP)

² Instituto de Investigaciones Físicas de Mar del Plata (IFIMAR)

Utilizamos un enfoque simbólico multiescala para estudiar la compleja dinámica de la epilepsia refractaria del lóbulo temporal empleando un electroencefalograma intracraneal de alta resolución (iEEG). Considerando las fases basales y preictales analizamos la dinámica a través del estudio de las bandas de frecuencia, centrándonos en oscilaciones de alta frecuencia de hasta 240 Hz. Nuestros resultados revelan periodicidades significativas y escalas de tiempo críticas dentro de la dinámica neuronal a través de las distintas bandas de frecuencia. Mediante un filtrado pasabanda de las señales neuronales en bandas delta, theta, alfa, beta, gamma y oscilaciones de alta frecuencia (HFO), cada una asociada a procesos neuronales específicos, examinamos las distintas dinámicas no lineales. Nuestro método introduce un enfoque fiable para señalar las escalas de desfase intrínseco τ dentro de las bandas de frecuencia de las señales basales y preictales, que son cruciales para el estudio de la epilepsia refractaria. Utilizando métricas como la entropía de permutación (H), la información de Fisher (F) y la complejidad (C), exploramos patrones no lineales dentro de las señales iEEG. Revelamos los τ_{max} intrínsecos que maximizan la complejidad dentro de cada banda de frecuencia, desvelando los sutiles patrones no lineales de las estructuras temporales dentro de la señal basal y preictal. El estudio de los valores $H \times F$ y $C \times F$ nos permite identificar diferencias en la banda delta y en una banda entre 200 y 220 Hz (HFO 6) al comparar señales basales y preictales. Las diferencias en la información de Fisher en las bandas delta y HFO 6 antes de los ataques de epilepsia destacan su papel en la captura de importantes dinámicas del sistema. Esto ofrece nuevas perspectivas sobre la intrincada relación entre las oscilaciones delta y las HFO en pacientes con epilepsia focal, destacando la importancia de estos patrones y su potencial como biomarcadores.

Miércoles 18 15:20 – 15:40 hs

Centro Angelelli

Simulaciones de dinámica molecular de un sistema de partículas con interacción blanda

Cerato Juan Ignacio¹, Hoyuelos Miguel² ¹

¹ Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMDP)

² Instituto de Investigaciones Físicas de Mar del Plata (IFIMAR)

El coeficiente de autodifusión D caracteriza el desplazamiento cuadrático medio de una partícula marcada que se mueve en un sistema formado por partículas del mismo tipo. La teoría de transporte de Chapman-Enskog [1], basada en la ecuación de Boltzmann, predice la autodifusión de un sistema general de partículas interactuantes a bajas concentraciones. Existen varias otras aproximaciones teóricas que pretenden extender la descripción para concentraciones moderadas y grandes; se trata de enfoques heurísticos válidos solo para algunos tipos de sistemas o determinados rangos de concentraciones. L. Marchioni et al [2] propone que, en forma general, el coeficiente de autodifusión D se puede escribir como el producto de dos términos, uno dado por la difusividad a bajas concentraciones D_0 y el otro por una corrección debida a las interacciones que se manifiestan cuando aumenta la concentración. Este segundo término está dado por una función termodinámica (independiente de detalles microscópicos). Mediante simulaciones numéricas de dinámica molecular, se encontraron resultados que comprueban esta hipótesis para un potencial de pseudo-esferas duras (potencial de Mie) y para un potencial de Lennard-Jones. El objetivo de este trabajo es extender estos resultados para un potencial de esferas blandas. El método para dicha verificación requiere del conocimiento de la difusividad a baja concentración D_0 cuando se introduce un baño térmico dado por el termostato de Langevin, y caracterizado por el tiempo de amortiguamiento. El objetivo es verificar numéricamente que se cumple la relación $1/D_0 = 1/DB + 1/DL$, donde DB es el coeficiente de difusión de la teoría de Boltzmann y DL es el correspondiente a la teoría de movimiento browniano de Langevin. La verificación se realiza para distintos valores del tiempo de amortiguamiento y para el potencial de esferas blandas.

[1] S. Chapman and T. G. Cowling, *The Mathematical Theory of Non-Uniform Gases*, 3rd ed. (Cambridge University Press, Cambridge, 1970). [2] Marchioni L, Di Muro MA, Hoyuelos M. Dependence on the thermodynamic state of self-diffusion of pseudo-hard-sphere and Lennard-Jones potentials. *Phys Rev E*. 107, 014134 (2023).

Miércoles 18 15:40 – 16:00 hs

Centro Angelelli

Efecto del orden químico de corto alcance en la conductividad térmica por fonones en aleaciones de alta entropía

Mora Barzaga Geraudys^{1 2 3}, Bringa Eduardo M.^{1 2 3}, Urbassek Herbert M.⁴, Deluigi Orlando R.^{1 3}, P. Marcelo Pasinetti^{1 5}

¹ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

² Universidad Nacional de Cuyo (UNCuyo)

³ Facultad de Ingeniería, Universidad de Mendoza

⁴ Physics Department, University of Kaiserslautern-Landau, Erwin-Schrödinger-Straße, D-67663 Kaiserslautern, Germany

⁵ Universidad Nacional de San Luis (UNSL)

En las aleaciones de alta entropía (HEA), a diferencia de metales monoatómicos y aleaciones binarias y ternarias donde el transporte de calor es principalmente electrónico, el desorden químico reduce órdenes de magnitud la conductividad electrónica, alcanzando valores similares a los de la conductividad por fonones. Las HEA no son necesariamente aleatorias a escala atómica, ya que distintos procedimientos de síntesis pueden generar orden químico de corto alcance (SRO). Este SRO, a menudo asociado con precipitados ordenados de tamaño nanométrico, influye en muchas propiedades del material, incluyendo las propiedades mecánicas y térmicas. En este estudio, investigamos el efecto del orden químico de corto alcance en la conductividad térmica de fonones en una aleación refractaria de alta entropía con estructura cúbica centrada en el cuerpo (bcc), HfNbTaTiZr, que es de interés tecnológico. Utilizando simulaciones atomísticas, estudiamos varios grados de SRO, mostrando que el SRO puede modificar la conductividad térmica de manera significativa. La conductividad térmica de la red se calcula mediante simulaciones de dinámica molecular de no-equilibrio. Se podría esperar que la dispersión de fonones por los precipitados de SRO reduzca los tiempos de dispersión y, por lo tanto, disminuya la conductividad térmica. Encontramos que, en contraste, debido a la alta conductividad en los clústeres segregados y las rutas de "percolación" que estos forman, el SRO aumenta la conductividad térmica hasta un 12%. Este incremento puede explicarse cuantitativamente mediante un modelo simple, donde se asume una combinación de varias fases, cada una con diferente conductividad térmica, correspondientes a las diversas aleaciones binarias formadas debido al SRO, embebidas en una matriz random de baja conductividad.

Miércoles 18 16:00 – 16:20 hs

Centro Angelelli

Del orden al caos: estudio de las órbitas periódicas de un sistema dinámico por continuación global de Leray-Schauder

Safadi Samir Nicolás¹, Mazzone Fernando Darío²

¹ Universidad Nacional de Río Cuarto (UNRC), Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales

² Universidad Nacional de Río Cuarto (UNRC), Departamento de Matemática, Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales

El estudio de los sistemas dinámicos no lineales constituye un tema de gran interés en física teórica y matemática. En particular, la búsqueda de soluciones periódicas a los problemas de contorno no lineales que describen su comportamiento es un objeto de estudio tradicional en este área, interés que puede justificarse en la teoría KAM [1]. En este trabajo se propone estudiar las soluciones periódicas del péndulo rotante, un problema de contorno que puede ser abordado con la teoría debida a Leray y Schauder para la continuación global de los ceros de una función [2].

La teoría de continuaciones constituye una herramienta interesante en este sentido porque permite, muchas veces, tomar un problema de contorno no lineal y reformularlo como el de hallar los ceros de una ecuación algebraica no lineal. En el presente trabajo se realizó dicha reformulación y se encontró que la ecuación algebraica resultante depende de dos parámetros de amplitud a y posición inicial ξ , siendo conocida la solución para $a = 0$. La teoría mencionada afirma que, bajo ciertas hipótesis sobre este conjunto de ceros, fuertemente ligadas a los índices de Brouwer [3] de sus elementos, estos pueden ser continuados en un sentido preciso a valores no nulos de a . Se demostró que el conjunto de interés cumple las hipótesis del teorema, para lo cual se debió calcular los índices de Brouwer de sus elementos, hallar una cota para estos últimos y mostrar que es finito. Esto permite continuar las soluciones conocidas del péndulo simple al caso más general del péndulo rotante bajo ciertas condiciones sobre a . Es también interesante, desde el punto de vista teórico, estudiar las colisiones de estas familias de soluciones con el continuo trivial en $\xi = 0$.

Además de los aspectos teóricos aquí mencionados, se obtuvo numéricamente el diagrama de bifurcaciones para distintos períodos, que constituye el conjunto de curvas que caracterizan a las soluciones periódicas de interés. Estas son las curvas de nivel cero de la función $F = F(\xi, a)$, y se graficaron usando un script de Python que permite la integración numérica en paralelo de la ecuación de movimiento sobre una malla de valores para los parámetros. Los continuos que emanan del conjunto de ceros sobre la recta $a = 0$ evidencian la continuación predicha por el teorema.

[1] Lemos, N. (2007). Mecanica Analítica. Editoria Livraria da Física.

[2] Leray, J. & Schauder, J. (1934). Topologie et équations fonctionnelles. Ann. Sci. École Norm. Sup. 51(3), 45-78.

[3] Llibre, J. & Ortega, R. (2008). On the Families of Periodic Orbits of the Sitnikov Problem.

Miércoles 18 16:20 – 16:40 hs

Centro Angelelli

Unidades dinámicas fundamentales para una taxonomía del caos a partir del tempex

Mosto Caterina^{1, 2}, Charó Gisela D.^{1, 2}, Letellier Christophe³, Sciamarella Denisse^{2, 4}

¹ Centro de Investigaciones del Mar y la Atmósfera (CIMA)

² Universidad de Buenos Aires (UBA), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Instituto Franco Argentino del Estudio del Clima y sus Impactos (IFAECI)

³ Campus Universitaire du Madrillet (CORIA)

⁴ Centre National de la recherche scientifique (CNRS)

En teoría de sistemas dinámicos se ha intentado, sin éxito por ahora, establecer relaciones entre la estructura algebraica de las ecuaciones de gobierno y el tipo de atractores que producen. La clasificación de estos atractores resulta, pues, un desafío. El examen de la estructura topológica de un flujo en el espacio de fases ofrece una forma sistemática alternativa de describir y tipificar dinámicas diferentes en base a los mecanismos fundamentales (estiramientos y pliegues) que moldean la evolución de un sistema determinista.

Otto Rössler fue el primero en proponer una estructura jerárquica en árbol para los atractores caóticos a partir de los exponentes positivos de Lyapunov. A principios de la década del 70, considera las reacciones químicas complejas como el resultado de la combinación de algunos circuitos básicos. Así, Rössler introdujo su sistema epónimo como una combinación entre un oscilador bidimensional y un interruptor o "switch" no lineal, que resultó ser el sistema caótico más sencillo. Años más tarde, Bo Deng toma el atractor de Rössler como punto de partida y "ensambla" sistemas de ecuaciones diferenciales ordinarias cada vez más complejos a partir de bloques que se combinan de maneras diferentes, como en el juego de construcción LEGO.

En la década del 80, los matemáticos Joan Birman y Robert F. Williams propusieron describir la estructura topológica de un flujo en el espacio de fases en términos de las órbitas periódicas inestables coexistentes con un atractor, estudiando su anudamiento. ¿Pueden anudarse estas órbitas? ¿Qué tipos de nudos pueden producirse? Se denominó soporte de nudos (knot-holder) o templado (template) a la variedad enramada (branched manifold) que permite representar gráficamente el entrelazamiento de dichas órbitas. El procedimiento permitió clasificar sistemas caóticos disipativos tridimensionales. No obstante, la teoría de nudos no permite tratar sistemas dinámicos en dimensiones más altas: los nudos se desatan en más de tres dimensiones.

Para tratar el caos de dimensiones superiores, es necesario apelar a herramientas de la topología sin restricción dimensional, tales como los complejos celulares, introducidos por John H. C. Whitehead en 1940. Un complejo celular es un conjunto estratificado de celdas de diferentes dimensiones sobre el que se define un álgebra de cadenas que permite calcular propiedades topológicas intrínsecas tales como los grupos de homología o los grupos de torsión. La exploración

del espacio de fases con complejos celulares comienza en los años 90. Hoy denominamos complejo BraMAH a aquellos complejos construidos de modo tal que las celdas aproximan localmente la variedad enramada subyacente – el acrónimo procede del inglés “Branched Manifold Analysis through Homologies”. Un complejo celular permite describir y clasificar variedades en espacios genéricos, pero no describe el ordenamiento temporal que implica un flujo en el espacio de fases para un sistema dinámico. El objeto matemático que incorpora el flujo ha sido introducido en 2022 con la denominación de “templex”. Consiste en un complejo BraMAH dotado de un grafo dirigido, cuyos nodos coinciden con las celdas de mayor dimensión local del complejo. Las aristas del grafo contienen la información del flujo sobre la variedad. El templex no es otra cosa que la generalización del complejo celular para la extracción algebraica de las propiedades topológicas de un flujo en el espacio de fases.

Ahora bien, en teoría de homología se estudia cuál es el mínimo número de celdas en un complejo celular para describir una variedad sin flujo asociado. Del mismo modo, cabe preguntarse cuál es el mínimo número de nodos que debe contener el grafo de un templex para describir un flujo. Este trabajo muestra cómo reducir un templex y cómo descomponerlo en unidades similares a los osciladores e interruptores propuestos por Rössler hace medio siglo. Dado un atractor, el templex reducido permite describirlo y clasificarlo en términos de un conjunto de unidades de dos tipos, O (osciladores) y S (“switches”). El templex tiende así un puente entre la topología de los atractores caóticos y las unidades dinámicas necesarias para producirlos.

Miércoles 18 14:30 – 15:00 hs

Sala Postgrado Química

Control selectivo del ancho de línea en un micro resonador usando un acoplador interferométrico resonante

Pagano Paula Luján^{1 2 4 3}, Borghi Massimo⁵, Moroni Federica⁵, Viola Alice⁵, Malaspina Francesco⁵, Liscidini Marco⁵, Bajoni Daniele⁴, Galli Mateo⁵

¹ Centro de Investigaciones Ópticas (CIOP)

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

³ Universidad Nacional de La Plata (UNLP), Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas

⁴ Dipartimento di Ingegneria Industriale e dell'Informazione, Università di Pavia, Pavia, Italia

⁵ Dipartimento di Fisica, Università di Pavia, Pavia, Italia

Los microresonadores ópticos integrados son dispositivos versátiles que se pueden usar en múltiples aplicaciones, como filtros espectrales, conmutadores, líneas de retardo, sensores, moduladores y fuentes de luz. Estos microresonadores están típicamente caracterizados por un peine de resonancias que presentan características similares, como el factor de calidad (Q) o la tasa de extinción, en un gran intervalo espectral. Que las resonancias mantengan características similares se aprovecha para generar peines de frecuencia de banda ancha, pulsos de solitones, o pares de fotones de estados entrelazados de altas dimensiones. Sin embargo, para algunas aplicaciones se puede requerir el control selectivo y dinámico del Q solamente en algunas resonancias. Algunos ejemplos incluyen los láseres Q-switched, láseres de única frecuencia, moduladores sintonizables, líneas de retardo sintonizables, memorias ópticas, generadores de secuencias binarias pseudoaleatorias, fuentes de pares de fotones con correlaciones espectrales a personalizadas o con alta eficiencia de anuncio (*heralding*). Se han investigado múltiples enfoques para controlar el Q [1,2,3,4,5], algunos de los cuales son selectivos en longitud de onda [1,3,5].

En este trabajo [6], propusimos y demostramos experimentalmente el control selectivo del factor de calidad de una única resonancia en un microresonador usando un acoplador interferométrico resonante. El resonador principal está acoplado dos veces a una guía de onda con forma de U, formando así un interferómetro Mach-Zehnder (MZI) desbalanceado. Además, un resonador auxiliar se añade en uno de los brazos del MZI para agregar una fase selectiva en longitud de onda. Esto cambia la interferencia en el MZI y por lo tanto el coeficiente de acoplamiento efectivo en la guía de onda de entrada. El dispositivo propuesto fue fabricado en un chip de nitruro de silicio y se lo caracterizó experimentalmente. Se obtuvo que el Q de la resonancia objetivo puede ser continuamente modificado desde $6,5 \times 10^4$ a 3×10^6 con una perturbación mínima en las resonancias adyacentes.

Adicionalmente, se midió la intensidad temporal conjunta de pares de fotones señal-heraldo generados por mezclado de cuatro ondas usando detección de coincidencias resueltas en el tiempo [7]. Esta técnica puede ser aplicada a cualquier cavidad con alto Q en donde el tiempo de vida de los fotones exceda el tiempo de duración del pulso de bombeo. Adaptamos la correlación temporal de pares de fotones mediante el uso del acoplador interferométrico resonante, sintonizando independientemente los factores de calidad de las resonancias de bombeo, señal y heraldo. La post-selección temporal se utilizó para medir con precisión la emisión temporal del dispositivo, demostrando una pureza del 98,67(1) %.

[1] Miller, Steven A., et al. "Tunable frequency combs based on dual microring resonators" *Optics express* 23.16 (2015): 21527-21540.

[2] Shoman, Hossam, et al. "Compact wavelength-and bandwidth-tunable microring modulator." *Optics express* 27.19 (2019): 26661-26675.

[3] Zhang, Ying, et al. "Proposal and demonstration of a controllable Q factor in directly coupled microring resonators for optical buffering applications." *Photonics Research* 9.10 (2021): 2006-2015.

[4] Chen, Long, Nicolás Sherwood-Droz, and Michal Lipson. "Compact bandwidth-tunable microring resonators." *Optics letters* 32.22 (2007): 3361-3363.

[5] Wen, Y. Henry, et al. "All-optical control of an individual resonance in a silicon microresonator." *Physical Review Letters* 108.22 (2012): 223907.

[6] Pagano, Paula L., et al. "Selective linewidth control in a micro-resonator with a resonant interferometric coupler." *arXiv preprint arXiv:2404.15740* (2024).

[7] Borghi, Massimo, et al. "Uncorrelated photon pair generation from an integrated silicon nitride resonator measured by time-resolved coincidence detection." *Optics Letters* 49.14 (2024): 3966-3969.

Miércoles 18 15:00 – 15:30 hs

Sala Postgrado Química

Detección de efecto Doppler rotacional en haces vórtice con un ion atrapado

Nuñez Barreto Nicolás^{1 2}, Bonetto Muriel^{1 2}, Luda Marcelo³, Cormick Cecilia⁴, Schmiegelow Christian^{1 2}

¹ Universidad de Buenos Aires (UBA), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN), Departamento de Física

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Instituto de Física de Buenos Aires (IFIBA)

³ Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas para la Defensa (CITEDEF)

⁴ Instituto de Física Enrique Gaviola (IFEG), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

En este trabajo presentamos un experimento que investiga el efecto Doppler rotacional presente en haces vórtice, utilizando un único ion atrapado en una trampa de Paul. Mediante una configuración de dos fotones copropagantes, aislamos los gradientes azimutales de los campos, eliminando así los efectos longitudinales y de curvatura. Caracterizamos en detalle el fenómeno al posicionar determinísticamente un ion único a través de los haces, logrando una señal que depende de la velocidad transversal del ion con respecto a la dirección de propagación del haz y de la diferencia de momento angular orbital óptico entre los dos haces. Nuestros resultados revelan propiedades clave del efecto Doppler rotacional, mostrando por primera vez su divergencia al acercarse al centro del haz. Esto ofrece perspectivas sobre la viabilidad de super-patadas o super-corrimientos Doppler para la detección y manipulación del movimiento atómico transversal a la dirección de propagación de los haces.

Miércoles 18 15:30 – 16:00 hs

Sala Postgrado Química

Simulación multiescala de nanocompuestos metal/dieléctrico: desde la respuesta dieléctrica macroscópica hasta la generación de modos Tamm y defectos en cristales fotónicos 1D

Missoni Leandro Luis^{2,1}, Ortiz Guillermo P.³, Tagliazucchi Mario^{2,1}, Martínez Ricci María Luz^{2,1}

¹ Instituto de Química, Física de los Materiales, Medio Ambiente y Energía (INQUIMAE)

² Universidad de Buenos Aires (UBA)

³ Universidad Nacional del Nordeste (UNNE)

Los metamateriales ópticos son materiales compuestos por varias fases, cuya respuesta óptica ante un campo externo es distinta a la de sus componentes por separado. Existe una diversidad de potenciales aplicaciones incluyendo la focalización sub-longitud de onda, concentradores de energía lumínica y sensores ópticos [1] que permiten pensar a los metamateriales como una plataforma para el diseño de propiedades ópticas inéditas. Otra plataforma empleada como concentrador de energía son los cristales fotónicos (CF) con defectos que ocasionan el rompimiento de bandas fotónicas dando lugar a modos ópticos localizados cuyo campo electromagnético (EM) se concentra en las zonas cercanas al defecto. La combinación de ambas plataformas ópticas son propicias para el diseño de sistemas concentradores de campo EM en los cuales pueden aprovecharse y combinarse las propiedades de cada una para obtener respuestas multimodales.

Una estrategia para la síntesis de metamateriales considera sistemas de autoensamblado de nanopartículas, en los cuales es relevante considerar el rol de los ligandos en la formación de dicho ensamble. En este trabajo combinamos un método de simulación multiescala en el cual se utiliza una Teoría Molecular [2] (MOLT, por sus siglas en inglés) con un método de homogeneización de las ecuaciones de Maxwell, implementado en el software libre *Photonic* [3,4]. MOLT permite caracterizar los estados de equilibrio termodinámico de un determinado sistema de materia blanda, en particular puede obtener la distribución espacial de cada uno de sus componentes. La información estructural nanoscópica obtenida con MOLT es utilizada por el método de homogeneización para calcular la respuesta dieléctrica macroscópica del metamaterial simulado. Empleamos este esquema para diseñar sistemas periódicos bidimensionales de nanocolumnas metálicas de sección super-elipsoidal recubiertos por ligandos alquílicos. Encontramos que la función dieléctrica macroscópica de estos metamateriales posee una fuerte dependencia de los parámetros de red, morfología de las nanocolumnas y largo de los ligandos, los cuales influyen en la posición de su resonancia dipolar y su máximo de absorción.

La síntesis de cristales fotónicos 1D (CFs) con estratos de SiO₂ y TiO₂, puede llevarse a cabo con métodos de química suave empleando el proceso sol-gel [5]. Al acoplar CFs con metales, es conocida la formación de modos localizados, los cuales pueden ser clasificados como modos Tamm [6]. El entorno de la resonancia dipolar de los metamateriales diseñados presentan comportamientos metálico ($Re(\epsilon) < 0$) o dieléctrico ($Re(\epsilon) > 0$). Por lo tanto, en sistemas CF-metamaterial se pueden obtener acoplamiento de modos localizados del tipo Tamm o modos por defectos, que mediante un diseño apropiado del CF es posible controlar el acoplamiento entre los diferentes estados de localización dando lugar a cruces evitados. Usando estructuras híbridas de metal-CF-metamaterial, hemos sido capaces de obtener sistemas con modos Tamm y defectos en la misma estructura. La localización de los campos EM espacial sub-longitud de onda y su posición en frecuencia se correlacionan con los parámetros de sus diseños. Este control fino puede aprovecharse para el sensado con alta resolución espacial así como su aplicación en la fabricación de láseres multimodales.

[1] Valipour, Ali, et al., Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part L: Journal of Materials: Design and Applications 236.11 (2022): 2171-2210.

[2] Zaldivar, G., et al., ACS omega 7.43 (2022): 38109-38121.

[3] Ortiz, Guillermo P., et al., Physical Review B—Condensed Matter and Materials Physics 79.24 (2009): 245132.

[4] <https://metacpan.org/pod/Photonic>

[5] Martínez Ricci, María Luz, et al., The Sol Gel Handbook (2015): 1031-1054.

[6] Missoni, L. L., et al., Optical Materials: X, 20 (2023), 100273.

Miércoles 18 16:00 – 16:20 hs

Sala Postgrado Química

Estudio del transporte de fotones a través de medios dispersivosÁvila Carrero Miguel Ángel¹, Aubin Tomás¹, Gaggioli Enzo^{1 2}, Bruno Oscar³, Estrada Laura^{1 2}¹ *Universidad de Buenos Aires (UBA), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN), Departamento de Física, Laboratorio de Electrónica Cuántica, Grupo de Biofotónica. Buenos Aires, Argentina.*² *Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Universidad de Buenos Aires (UBA), Instituto de Física de Buenos Aires (IFIBA). Buenos Aires.*³ *Computing And Mathematical Sciences, Caltech, Pasadena, CA 91125, USA.*

En este trabajo se estudió el transporte de fotones en el infrarrojo cercano a través de medios dispersivos. El estudio se llevó a cabo utilizando emulsiones con concentraciones conocidas, imitando las características principales de tejidos biológicamente relevantes, como un alto coeficiente de *scattering* y baja absorción.

En un primer arreglo experimental, se utilizó como fuente de iluminación un LED centrado en 680 nm sobre muestras de 1 cm de espesor. La detección se realizó en modo pseudo-conteo de fotones. Este arreglo permitió realizar una caracterización cuantitativa de la intensidad de luz transmitida en función de la concentración de partículas dispersivas, mostrando un gran acuerdo con modelos teóricos lineales previamente desarrollados por el grupo.

Miércoles 18 16:20 – 16:50 hs

Sala Postgrado Química

Herramientas ópticas para experimentos en nanotecnología y neurociencias.Gargiulo Julian¹¹ *Universidad Nacional de Gral. San Martín (UNSAM), Laboratorio de Nanofotónica, Instituto de Nanosistemas*

Voy a contar dos líneas de investigación interdisciplinarias distintas, y la aventura de armar dos nuevos laboratorios de óptica en Argentina.

En primer lugar, voy a presentar herramientas ópticas para controlar e investigar nanosistemas al nivel de partículas individuales, que estamos desarrollando en el Instituto de Nanosistemas de la Universidad Nacional de San Martín. Estas herramientas incluyen a la manipulación de nanopartículas usando pinzas ópticas,[1] a la modificación de sus propiedades usando reacciones químicas controladas por luz,[2] y a técnicas para medir la temperatura en la nanoescala.[3]

En segundo lugar, mostraré brevemente la construcción de un microscopio de fluorescencia por lámina de luz de objetivo único (SOLS, por sus siglas en inglés) para el estudio de cambios en la morfología de procesos neuronales en moscas *Drosophila* in vivo.[4] Estos experimentos se están llevando a cabo en el Laboratorio de Genética del Comportamiento de la Fundación Instituto Leloir y tienen relevancia para entender el ritmo circadiano en animales.

Referencias:

[1] Violi, I. L., et al. Challenges on optical printing of colloidal nanoparticles. *The Journal of Chemical Physics*, 156, 034201 (2022)[2] Martínez, L. et al. Fine Tuning the Optical Properties of Single Au Nanoparticles by Plasmon Driven Growth in Closed Loop Control. *Advanced Optical Materials*. 10, 2102724 (2022).[3] Gargiulo, J. et al. Impact of bimetallic interface design on heat generation in plasmonic Au/Pd nanostructures studied by single-particle thermometry. *Nature Communications*. 14, 3813. (2023)[4] Yang, B. et al. DaXi—high-resolution, large imaging volume and multi-view single-objective light-sheet microscopy. *Nat Methods* 19, 461–469 (2022).

Jueves 19 14:30 – 15:00 hs

Sala Postgrado Química

Enfriado del movimiento de nano-partículas dopadas con tierras raras levitadas en una trampa de PaulGliosca S M^{1 2}, Mendicino L R^{1 2}, Schmiegelow C T^{1 2}¹ *Universidad de Buenos Aires (UBA), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN), Departamento de Física, Buenos Aires, Argentina.*² *Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Universidad de Buenos Aires (UBA), Instituto de Física de Buenos Aires (IFIBA), Buenos Aires, Argentina.*

En los últimos años se ha experimentado con varios sistemas de captura y enfriamiento del centro de masa de nano-partículas levitadas. Esto resulta de interés no solo para el estudio de física fundamental de sistemas cuánticos, sino también debido a la posibilidad de desarrollar métodos de enfriado libres de contacto para sistemas de materia condensada.

En este trabajo compartiremos los avances realizados en el atrapado y enfriado de nano-partículas $\text{Yb}^{+3}:\text{NaYF}_4$ de diámetros entre 100 y 200 nm a través de un método de retroalimentación eléctrica y los posteriores experimentos de

fluorescencia que nos permitirán medir la temperatura interna de la nano-partícula para realizar ensayos de protocolos de enfriamiento láser de los grados de libertad internos del cristal.

Estos experimentos se enmarcan en estudios teóricos realizados en nuestro grupo de trabajo sobre protocolos multiniveles de enfriamiento anti-Stokes, los cuales se proponen superar los límites actuales de enfriamiento establecidos para este tipo de sistemas, así como también la utilización de sistemas alternativos para la superación de estos límites.

Por último se presentará también parte del trabajo realizado durante estadias académicas en el grupo de la Dra. Tracy Northup en la *Universität Innsbruck*, el cual fue uno de los pioneros y actuales expertos en este tipo de sistemas.

Jueves 19 15:00 – 15:20 hs

Sala Postgrado Química

Fabricación de redes plasmónicas mediante impresión óptica de nanopartículas

Pereyra A. J.^{1,2}, Mina Villareal C.², Violi I. L.², Gargiulo J.²

¹ *Universidad de Buenos Aires (UBA), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN), Departamento de Física*

² *Universidad Nacional de Gral. San Martín (UNSAM), Instituto de Nanosistemas, Laboratorio de Nanofotónica*

Las nanopartículas metálicas (NPs) actúan como nanoantenas en el rango visible gracias a sus resonancias plasmónicas superficiales localizadas (LSPR), lo que les permite coleccionar eficientemente la luz, concentrarla en pequeños volúmenes de escala nanométrica y transferir su energía a los portadores de carga y fonones del material.[1] De esta forma, actúan como fuentes de campo electromagnético, carga y calor en la nanoescala, modulables remotamente usando luz. Estas capacidades han dado origen al campo de estudio denominado nanoplasmónica, y motivado el uso de las NPs en numerosas aplicaciones en nanotecnología. Cuando se organizan NPs en arreglos ordenados, pueden aparecer modos colectivos conocidos como resonancias plasmónicas de red.[2] La respuesta óptica de estos modos colectivos es más fuerte que la resonancia de las NPs individuales, y presenta factores de calidad más altos. Además, las resonancias colectivas pueden sintonizarse en frecuencia mediante la modificación de los parámetros de red. Por último, presentan mayores respuestas fototérmicas.[3] Si bien las propiedades de estas redes fueron estudiadas exhaustivamente de forma teórica, su fabricación y demostración experimental es desafiante y constituye un desafío abierto de la nanotecnología. En este trabajo encaramos el desafío utilizando la técnica de impresión óptica de nanopartículas. La misma permite la fabricación de arreglos arbitrarios de NPs sobre superficies.[4,5] La versatilidad de este método a la hora de modificar los parámetros de la red (como su tamaño y la distancia entre NPs) permite fabricar y estudiar las resonancias de red de distintos arreglos de NPs esféricas, geometría que es difícil de obtener por otros métodos como litografías. Aquí se presentará la fabricación de grillas periódicas cuadradas de NPs esféricas de Au de 100 nm a diferentes distancias y en un tamaño total de grilla variable, estudiando cómo estos parámetros afectan la presencia e intensidad de las resonancias de red. Los resultados obtenidos contribuirán al desarrollo de nuevos dispositivos fotónicos para la manipulación de luz y calor en la micro y nano escala.

[1] Giannini, V.; Fernández-Domínguez, A. I.; Heck, S. C.; Maier, S. A. Plasmonic Nanoantennas: Fundamentals and Their Use in Controlling the Radiative Properties of Nanoemitters. *Chem. Rev.* 2011, 111 (6), 3888–3912.

[2] Cherqui, C.; Bourgeois, M. R.; Wang, D.; Schatz, G. C. Plasmonic Surface Lattice Resonances: Theory and Computation. *Acc. Chem. Res.* 2019, 52 (9), 2548–2558.

[3] Zundel, L.; Malone, K.; Cerdán, L.; Martínez-Herrero, R.; Manjavacas, A. Lattice Resonances for Thermoplasmonics. *ACS Photonics* 2023, 10 (1), 274–282.

[4] Violi, I. L.; Martínez, L. P.; Barella, M.; Zaza, C.; Chvátal, L.; Zemánek, P.; Gutiérrez, M. V.; Paredes, M. Y.; Scarpettini, A. F.; Olmos-Trigo, J.; Pais, V. R.; Nóbrega, I. D.; Cortes, E.; Sáenz, J. J.; Bragas, A. V.; Gargiulo, J.; Stefani, F. D. Challenges on Optical Printing of Colloidal

Jueves 19 15:20 – 15:40 hs

Sala Postgrado Química

Medición de la resolución espacial de un microscopio de lámina de luz de objetivo único

Folgueira Serrao M M^{1,2}, Simó L^{1,2}, Tassara F², Ceriani M F², Gargiulo J^{1,2,3}

¹ *Universidad de Buenos Aires (UBA), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN), Departamento de Física*

² *Fundación Instituto Leloir (FIL), Laboratorio de Genética del Comportamiento*

³ *Universidad Nacional de Gral. San Martín (UNSAM), Laboratorio de Nanofotónica, Instituto de Nanosistemas*

En nuestro grupo de investigación se estudian los ciclos del reloj biológico (circadiano) en la mosca *Drosophila melanogaster*. Se ha descubierto que las neuronas relacionadas con este reloj presentan cambios morfológicos a lo largo del día.[1] Hasta ahora, el fenómeno ha sido observado ex-vivo utilizando microscopía de fluorescencia confocal. Sin embargo, esta forma de medir posee ciertas limitaciones: produce alto fotodaño y no permite observar el fenómeno en tiempo real. Para superar estas limitaciones, en el laboratorio se ha construido recientemente un microscopio de fluorescencia por lámina de

luz de objetivo único e iluminación oblicua (SOLS, por sus siglas en inglés).[2] Esta tecnología permite reducir significativamente el fotodaño en los tejidos, lo que haría posible el análisis de la actividad de un mismo cerebro en un organismo vivo a lo largo de un tiempo extendido. Nuestro trabajo se centró en la optimización y caracterización del microscopio. Aquí presentaremos los principios de funcionamiento de la técnica, la caracterización de las dimensiones y el ángulo de la lámina de luz, y la medición de la máxima resolución espacial que es posible obtener con el microscopio.

Referencias:

1. Fernandez et al. Circadian remodeling of neuronal circuits involved in rhythmic behavior. *PLoS biology*, vol. 6, no 3, p. e69. (2008) ,
2. Sapoznik, et al. A versatile oblique plane microscope for large-scale and high-resolution imaging of subcellular dynamics. *Elife* 9: e57681. (2020)

Jueves 19 15:40 – 16:00 hs

Sala Postgrado Química

Implementación de etapa de multiplexado de cuatro ventanas temporales en una fuente de fotones individuales

Defant Julián¹, Wölcken Lina¹, Magnoni Agustina G.^{1 2}, Knoll Laura T.^{1 2}, Morales Julián^{1 2}, Larotonda Miguel A.^{1 2}

¹ Universidad de Buenos Aires (UBA), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN), Departamento de Física

² Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas para la Defensa (CITEDEF), Centro de Investigación en Láseres y Aplicaciones (DEILAP), Laboratorio de Óptica Cuántica (UNIDEF)

Las fuentes de fotones individuales representan la base sobre la cual se construye la gran mayoría de las aplicaciones de la tecnología cuántica: desde la metrología hasta la computación. En este trabajo se presenta la implementación experimental de una fuente de fotones individuales basada en el proceso de Conversión Paramétrica Descendente (SPDC, por sus siglas en inglés). En la fuente se adiciona a la generación de pares en un cristal no lineal PPKTP (*periodically poled potassium titanyl phosphate*) con guía de onda, una etapa de multiplexado temporal basado en retardos de fibra óptica y conmutadores ópticos programables, lo que produce un aumento en el brillo de la fuente y la sincronización de la misma con una señal temporal [1].

Se presentarán los resultados de la implementación experimental y de la eficiencia de la misma para una etapa de multiplexado de dos ventanas temporales. La habilitación del sistema de multiplexado temporal aumenta el brillo de la fuente en aproximadamente un factor de 1.8, mientras que duplica el cociente entre las coincidencias y las cuentas accidentales CAR (por sus siglas en inglés) para una misma potencia de bombeo [2].

Actualmente se está trabajando en la incorporación de un conmutador adicional, resultando así en la duplicación de la cantidad de ventanas temporales multiplexadas. Se presentarán resultados preliminares del desempeño de la fuente en esta configuración.

[1] Magnoni, A. G., López Grande, I. H., Knoll, L. T., & Larotonda, M. A. (2019). Performance of a temporally multiplexed single-photon source with imperfect devices. *Quantum Information Processing*, 18(10), 311.

[2] Magnoni, A. G., Knoll, L. T., Wölcken, L., Defant, J., Morales, J., & Larotonda, M. A. (2024). Towards a fiber-optic temporally multiplexed single photon source. *arXiv preprint arXiv:2405.08157*.

Jueves 19 16:00 – 16:20 hs

Sala Postgrado Química

Generación y propagación de hipersonido en materiales 2D

Sangiorgio Juan I.¹, Boggiano Hilario D.^{1 2}, Gutiérrez Lucas^{1 2}, Aversa Martin^{1 2}, Grinblat Gustavo^{1 2}, Bragas Andrea V.^{1 2}

¹ Universidad de Buenos Aires (UBA), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN), Departamento de Física

² Universidad de Buenos Aires (UBA), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Instituto de Física de Buenos Aires (IFIBA)

Las ondas acústicas superficiales (SAW) y de volumen (BAW) son de las escasas tecnologías fonónicas de relevancia industrial que destacan por su amplia utilización en diversos dispositivos actuales, como ser filtros acústicos o líneas de retardo de radiofrecuencia en la tecnología inalámbrica. Las SAWs, verdaderos terremotos en la nanoescala, pueden alcanzar frecuencias en el rango de los GHz (hipersonido), superiores a las frecuencias de trabajo típicas de las tecnologías ya establecidas que utilizan señales eléctricas sobre materiales piezoeléctricos para su generación. Por otro lado, los circuitos fotónicos tienen cada vez más relevancia, no solo en el campo de las telecomunicaciones, para procesamiento rápido de información, interconexión y conmutación rápida; sino también para el sentido o procesamiento de información cuántica, entre otras aplicaciones. En ese sentido, la generación totalmente óptica de SAWs o BAWs es de relevancia básica y tecnológica para la circuitería fotónica. En nuestro laboratorio hemos desarrollado un método para la generación de ondas acústicas en el régimen de hipersonido basado en la excitación óptica ultrarrápida de nanoantenas plasmónicas que, en principio, pueden propagarse sobre cualquier tipo de sustrato. En este trabajo proponemos estudiar la propagación de

hipersonido en materiales 2D, utilizando un sistema híbrido de nanoantenas plasmónicas y dicalcogenuros de metales de transición (TMDs, por sus siglas en inglés). Gracias a la interacción plasmón-fonón, las nanoantenas permiten transformar señales ópticas en mecánicas, que luego acoplan a los TMDs. Se utilizaron nanoantenas de oro fabricadas por litografía electrónica sobre un sustrato de dióxido de silicio. Como portador del hipersonido se utilizó disulfuro de molibdeno (MoS_2), el cual fue obtenido por exfoliación mecánica y posteriormente transferido a la muestra de nanoantenas por un método seco. Para estudiar estos fenómenos se utilizó la técnica de óptica ultrarrápida pump-probe, o bombeo-prueba. El experimento consiste en excitar con un pulso de luz los electrones del metal (nanoantena) que luego decaen y transfieren parte de la energía a la red de iones emitiendo así fonones coherentes a las frecuencias de los modos normales de vibración de estas nanoestructuras. El nanoresonador se acopla al cristal de pocas capas de MoS_2 , generando así una onda de hipersonido que se propaga a través del mismo. Con un segundo pulso de luz de prueba se detectan las vibraciones de la propia nanoantena y/o el MoS_2 a través de las fluctuaciones de su respuesta óptica, y también es posible observar cómo se excitan las nanoestructuras cercanas debido al transporte de energía mecánica a través del TMD.

Se estudió tanto la respuesta mecánica individual de las nanoantenas, como la transferencia de energía a través del sustrato y del TMD. Para las primeras, se obtuvo una frecuencia de oscilación promedio de (9.25 ± 0.06) GHz, y un factor de calidad de entre 10 y 40. Para la transferencia de energía a través del sustrato se estimó una velocidad de propagación de 3269 m/s. También se caracterizó la respuesta del modo *breathing* del cristal de MoS_2 , un modo localizado de oscilación inter-capa que surge debido al débil acople entre las mismas, para el cual se obtuvo una frecuencia de (163 ± 3) GHz. Se presentarán los resultados preliminares del sistema híbrido, en el cual el hipersonido se propaga a través del material 2D.

Jueves 19 14:30 – 14:45 hs

Sala Postgrado Matemática

Anomalías de gauge en extensiones del Modelo EstándarMedina Aníbal D.¹, Mileo Nicolás I.¹, Szykman Alejandro¹, Tanco Santiago A.¹, Wagner Carlos E. M.^{3 4 2}, Zapata Gabriel⁵¹ Instituto de Física de La Plata (IFLP), Universidad Nacional de La Plata (UNLP), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)² Department of Physics and Enrico Fermi Institute, University of Chicago, Chicago, IL, Estados Unidos³ Kavli Institute for Cosmological Physics, University of Chicago, Chicago, IL, Estados Unidos⁴ HEP Division, Argonne National Laboratory, Argonne, IL, Estados Unidos⁵ Grupo de Altas Energías, Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú

En diversos modelos de Física más allá del Modelo Estándar (SM), la introducción de nuevas interacciones se produce al cargar las partículas del SM bajo nuevas simetrías de gauge. La asignación de estas cargas, si los acoplamientos no son vectoriales, puede dar lugar a anomalías de gauge mixtas entre las nuevas simetrías y aquellas del SM, es decir, la ruptura de alguna de estas simetrías al cuantizar la teoría. Esto, a su vez, implica que la teoría no es renormalizable, por lo que estos modelos son entendidos como teorías efectivas que surgen a bajas energías, producto de desacoplar estados pesados cuyas cargas son responsables de la cancelación de las anomalías en una teoría completa a altas energías. Decidimos estudiar este escenario, donde se extiende el SM con una simetría de gauge abeliana $U(1)'$ que presenta anomalías de gauge mixtas con el sector electrodébil, las cuales son canceladas por fermiones pesados que son desacoplados de la teoría a bajas energías. En estos modelos aparecen acoplamientos anómalos triples entre el nuevo bosón de gauge Z' y los bosones de gauge del SM, los cuales tienen una dependencia directa con la energía en la teoría anómala y por lo tanto podrían suavizar la supresión a un *loop* en procesos que incluyan estos acoplamientos, dando lugar a señales que resultan interesantes de testear en colisionadores presentes y futuros. Presentamos, además, un posible escenario donde el Z' actúa como mediador entre el sector muónico del SM y un fermión candidato a materia oscura (DM), basado en el paradigma WIMP. En este caso, las cargas son asignadas de manera tal que se evitan las restricciones de búsqueda directa de DM, lo cual resulta en un modelo con anomalías de gauge. Exploramos la posibilidad de testear los acoplamientos anómalos de tres bosones tanto en el Gran Colisionador de Hadrones (LHC) como en futuros colisionadores hadrónicos y leptónicos, presentando los canales más prominentes para su descubrimiento y exclusión, estimando la sensibilidad de posibles búsquedas.

Jueves 19 14:45 – 15:00 hs

Sala Postgrado Matemática

Cuarqs de escala TeV en aceleradores de altas energíasFernandez Juan¹, Da Rold Leandro², Urteaga Raul^{1 2}¹ Facultad de Ingeniería Química (FIQ), Universidad Nacional del Litoral (UNL), Depto. de Física² Instituto de Física del Litoral (IFIS), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

En este trabajo se agrega al Modelo Estándar (ME) un nuevo fermión masivo a la escala TeV, con color (VLQ), de carga $2/3$ e isosinglete, y se exploran las cotas provenientes de experimentos de altas energías. Se consideran todos los términos renormalizables y se estudia la fenomenología en aceleradores de partículas de altas energías.

Se busca en la bibliografía los observables que han sido medidos con mayor precisión en los últimos años en el Large Hadron Collider (LHC) y que son afectados por la presencia del VLQ (por ejemplo [1] y [2]). Se calculan las correcciones a estos observables debido al VLQ en función de los parámetros. Por último, se realiza un análisis estadístico para acotar numéricamente dichos parámetros (proceso típicamente conocido como Global Fit) determinando qué características deben tener este VLQ para ser compatible con los resultados experimentales actuales. También se analiza si hay zonas del espacio de parámetros cuya verosimilitud (Likelihood) es mayor a la del ME.

Este tipo de análisis es muy interesante ya que los VLQ aparecen en modelos como los Composite Higgs o Little Higgs, las cuales son planteados como posibles soluciones al problema de la jerarquía, problema de gran relevancia en la comunidad científica de altas energías y que se ha acentuado aún más a partir de que la medición de la masa del bosón de Higgs realizada en el LHC fuera de tan solo 125 GeV.

[1] Albert M Sirunyan et al. "Measurement of CKM matrix elements in single top quark t-channel production in proton-proton collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV". En: Phys. Lett. B 808 (2020), pág. 135609. doi: 10.1016/j.physletb.2020.135609. arXiv: 2004.12181 [hep-ex].

[2] Albert M Sirunyan et al. "Measurement of the top quark Yukawa coupling from $t\bar{t}$ kinematic distributions in the dilepton final state in proton-proton collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV". En: Phys. Rev. D 102.9 (2020), pág. 092013. doi: 10.1103/PhysRevD.102.092013. arXiv: 2009.07123 [hep-ex].

Jueves 19 15:00 – 15:15 hs

Sala Postgrado Matemática

Determinación del punto de operación óptimo de los SiPMs del UMD

en el Observatorio Pierre Auger

Notonica Matías¹, García Facundo Joaquín¹

¹ Universidad de Buenos Aires (UBA), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN), Departamento de Física (DF)

El proyecto *Auger Muons and Infill for the Ground Array* (AMIGA) forma parte de la extensión y mejora del sistema de detección del Observatorio Pierre Auger, denominada *AugerPrime*, en búsqueda de determinar la composición química y el origen de los rayos cósmicos de ultra alta energía. El diseño consiste en la instalación de un sistema de detectores de muones subterráneos (UMD) que operan en conjunto con los detectores de superficie del Observatorio, los cuales permiten estimar de forma directa el número de muones de las lluvias atmosféricas extendidas. El rango de energías para el cual el UMD opera es de 2×10^{17} a 2×10^{18} eV. El diseño del UMD ha surgido del Instituto de Tecnologías en Detección y Astropartículas que es responsable, hasta el día de hoy, de su operación y análisis de datos.

El UMD se compone de módulos constituidos principalmente por barras centelladoras conectadas a fotomultiplicadores de Silicio (SiPM). En este trabajo se presentará un estudio exhaustivo del proceso de calibración de los SiPMs, que resultó en mejoras en el análisis de las mediciones para la determinación del punto de operación óptimo de los módulos del UMD, de manera automática y robusta. Este estudio permitirá incrementar la fiabilidad y la validez de futuros resultados del proyecto AMIGA.

Jueves 19 15:15 – 15:30 hs

Sala Postgrado Matemática

S_b como discriminador de rayos gamma en el Observatorio SWGO

Vergara Quispe Indira D.¹, Hansen Patricia M.^{1,2}, Nellen Lukas³, Mariazzi Analisa G.^{1,2}, Melo Diego G.^{4,2}

¹ Instituto de Física de La Plata (IFLP)

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

³ Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM

⁴ Instituto de Tecnologías en Detección y Astropartículas (ITeDA)

El proyecto para el Observatorio de Rayos Gamma de Gran Campo Visual en el Hemisferio Sur (SWGO) es una colaboración internacional que trabaja en el diseño y desarrollo de un nuevo observatorio de rayos gamma basado en la detección de luz de Cherenkov en agua, el cual estará ubicado en el hemisferio sur. Un reto crucial en el análisis de datos de estos observatorios es la capacidad de identificar las cascadas producidas por rayos gamma y separarlas del abundante fondo de cascadas hadrónicas. En este trabajo, proponemos adaptar el observable S_b , utilizado exitosamente en estudios de composición en el Observatorio Pierre Auger, a la configuración y energías del arreglo de SWGO (rango 100 GeV-PeV). Este observable tiene en cuenta la señal y la posición de cada detector activado, caracterizando la forma de la distribución lateral de la señal, la cual depende de la naturaleza de la partícula primaria. Por lo tanto, es crucial tener en cuenta la configuración geométrica del arreglo para su implementación efectiva. En este trabajo, redefinimos el observable S_b utilizando un factor de escala para la configuración del arreglo de referencia de SWGO. Además, exploramos cómo este nuevo observable mejora la selección de los rayos gamma, incrementando así la sensibilidad del observatorio.

Jueves 19 15:30 – 15:45 hs

Sala Postgrado Matemática

Hacia una derivación microscópica de la entropía de entrelazamiento holográfica

Castellini Grand Pedro^{1,2}, Bavaro Enzo Federico^{1,2}

¹ Instituto Balseiro (IB)

² Universidad Nacional de Cuyo (UNCuyo)

La correspondencia holográfica, también conocida como correspondencia AdS/CFT, generalmente identifica teorías de Gravedad Cuántica con Teorías Conformes de Campos (CFTs). En el marco de esta correspondencia, una profunda conjetura, que relaciona la entropía de entrelazamiento en la CFT con aspectos geométricos de la teoría cuántica de la gravedad, fue propuesta por Ryu-Takayanagi. Se le denomina entropía de entrelazamiento holográfica (HEE). Dicha propuesta puede considerarse un caso especial de la entropía de agujeros negros de Bekenstein-Hawking en Gravedad Cuántica, dada por $S = A/4G$; donde A es el área del horizonte de eventos y G es la constante de gravitación universal de Newton. Teniendo en cuenta la mecánica cuántica estadística, esta fórmula implica la existencia de e^S microestados de agujero negro linealmente independientes. En este trabajo presentamos una construcción explícita reciente de familias infinitas de microestados de agujero negro con horizonte hiperbólico y, mediante la generalización de métodos de integrales de camino euclídeos en relatividad general, calculamos sus normas como vectores del espacio de Hilbert de la gravedad cuántica. Finalmente, calculando la dimensión del espacio de Hilbert generado por estos estados, arribamos a una interpretación microscópica de la entropía de estos agujeros negros y, en consecuencia, de la entropía de entrelazamiento de ciertas regiones del espacio-tiempo.

Jueves 19 15:45 – 16:00 hs

Sala Postgrado Matemática

Modelado analítico preciso de rayos de luz en espacios-tiempo esféricamente simétricos: Aplicaciones en el estudio de discos de acreción de agujeros negros y polarimetría

Claros Jonathan¹, Gallo Emanuel¹

¹ Universidad Nacional de Córdoba (UNC), Instituto de Física Enrique Gaviola (IFEG)

Presentamos nuevas fórmulas analíticas simples para describir con precisión los rayos de luz en espacio-tiempos estáticos esféricamente simétricos. Nuestras fórmulas mejoradas están diseñadas para ser aplicables a una gama más amplia de espacio-tiempos, generalizando las introducidas por Beloborodov [1] para la métrica de Schwarzschild, y refinadas por Poutanen [2], siendo valiosas para describir fenómenos alrededor de objetos compactos. Como muestra de una de sus aplicaciones, introducimos estudios analíticos de imágenes de discos de acreción delgados que rodean agujeros negros y exploramos su polarimetría asociada [3].

[1] A. M. Beloborodov, *The Astrophysical Journal* 566, L85–L88 (2002), ISSN 1538-4357. [2] J. Poutanen, *Astron. Astrophys.* 640, A24 (2020), 1909.05732. [3] J. Claros, E. Gallo, *Phys. Rev. D* 109, 124055 (2024), 2403.18543

Jueves 19 16:00 – 16:15 hs

Sala Postgrado Matemática

Modelos Subrogados y Ondas Gravitacionales

Rojas Teresita A.¹, Tassone Agustín Emmanuel², Tognola Leandro Exequiel¹

¹ Facultad de Ciencias Exactas y Naturales -UNCA

² UADE

Los modelos subrogados para la predicción de ondas gravitacionales constituyen modelos de orden reducido para predecir y estudiar ondas gravitacionales, ofreciendo una mayor eficiencia computacional frente a simulaciones complejas. Esto es vital para analizar datos de observatorios como LIGO y Virgo, facilitar la interpretación de señales y diseñar futuros detectores. Los modelos de orden reducido integran técnicas de machine learning para mejorar la precisión de las predicciones. Estos modelos proporcionan una herramienta accesible y eficaz para avanzar en la comprensión y manejo de las ondas gravitacionales, especialmente en contextos con recursos computacionales limitados, como suelen ser las universidades que no cuentan con supercomputadoras para resolver ecuaciones diferenciales no lineales.

Jueves 19 16:15 – 16:30 hs

Sala Postgrado Matemática

Formalismo Línea de Mundo para un campo espinorial en espacios con borde

Manzo Lucas¹

¹ Instituto de Física de La Plata (IFLP)

El formalismo línea de mundo (WLF) es un esquema útil en Teoría Cuántica de Campos que también se ha convertido en una poderosa herramienta para cálculos numéricos. Está basado en la primera cuantización de una partícula puntual, cuyas amplitudes de transición se corresponden con el núcleo de calor del operador de fluctuaciones cuánticas de la teoría de campos. No obstante, para estudiar una teoría cuántica de campos en un espacio con bordes es necesario restringir el dominio de la integral de caminos de la partícula puntual a un subconjunto específico de caminos contenido en el interior de la variedad. En el presente trabajo se muestra cómo implementar dicha restricción para el caso de un campo espinorial en un espacio curvo bidimensional bajo condiciones de contorno bolsa MIT (MIT bag boundary conditions). Esta presentación está basada en <https://arxiv.org/abs/2403.00218>

Jueves 19 16:30 – 16:45 hs

Sala Postgrado Matemática

Una introducción a la teoría de cuerdas en AdS3

Barone Emiliano¹

¹ Universidad de Buenos Aires (UBA)

La teoría de cuerdas en AdS3 reviste importancia ya que provee uno de los pocos ejemplos de la dualidad AdS/CFT [1] en los que se tiene control en la hoja de mundo, lo cual permite analizar fenomenología más allá del límite de bajas energías. El estudio del modelo es asimismo relevante ya que puede ser empleado para describir la propagación de cuerdas en ciertos fondos de agujeros negros y sus respectivos microestados [2]. La propagación de las cuerdas en AdS3 y fondo de Neveu-Schwarz-Neveu-Schwarz (NS-NS) se describe en términos del modelo Wess-Zumino-Witten (WZW) [3] con base en (el cubrimiento universal de) $SL(2, \mathbb{R})$. Estos son los principios básicos de una teoría de cuerdas en un espacio-tiempo no trivial como lo es AdS3. El objetivo es presentar las dificultades del modelo asociadas al espectro y como pueden solucionarse para dar lugar al estudio de variados tópicos que son tema candente de debate en el ambiente de la física

de altas energías. [1] Juan Maldacena. *International Journal of Theoretical Physics*, 38(4):1113–1133, 1999 [2] Philippe Di Francesco, Pierre Mathieu, and David Sénéchal. *Conformal field theory*. 1999. [3] Davide Bufalini, Sergio Iguri, Nicolas Kovensky, and David Turton. *Worldsheet computation of heavy-light correlators*. *Journal of High Energy Physics*, 2023(3), March 2023.

Jueves 19 14:30 – 15:00 hs

Centro Angelelli

Análisis de la extensión de los óvalos aurales durante la tormenta geomagnética extrema del 10 de mayo de 2024 basado en modelos simples

Aragón Rodríguez A P^{1,2}, Ovejero M A^{1,2}, Victoria L A^{1,2}, Abaca F M^{1,2}, Paz S L^{1,2}, Zossi B^{1,3}, De Haro Barbas B¹, Elías A G^{1,3}

¹ Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología (FACET), Laboratorio de Ionosfera, Atmósfera Neutra y Magnetosfera

² Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología (FACET), Departamento de Física

³ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), INFNOA

El 10 de mayo de 2024 se produjo la tormenta geomagnética más intensa en más de dos décadas, la cual impactó los sistemas de navegación precisa y sistemas tecnológicos susceptibles a las condiciones de la meteorología espacial. Resultó además en una notable exhibición de auroras durante la noche del 10 al 11 de mayo, visible desde muchas áreas del mundo, incluyendo latitudes donde es inusual verlas. En este trabajo se analiza la extensión de los óvalos aurales durante esta tormenta, en la cual el índice Dst alcanzó valores de -400 nT y la velocidad del viento solar superó los 700 km/s. Estos óvalos representan las regiones donde ocurre con mayor frecuencia la precipitación de partículas energéticas que generan las auroras. Se utilizaron dos métodos para estimar las latitudes que los delimitan en ambos hemisferios: uno puramente teórico que supone una relación de escala para un campo magnético intrínseco de la Tierra puramente dipolar y es función de la intensidad de este campo y la presión dinámica del viento solar, y otro experimental basado en el índice Kp. Se presenta también un análisis comparativo con otras tormentas intensas durante los dos últimos ciclos solares, 23 y 24, y la fase ascendente del ciclo actual, 25.

Jueves 19 15:00 – 15:30 hs

Centro Angelelli

Análisis de magnitudes dinámicas de dos eyecciones coronales de masa en la corona exterior.

Di Lorenzo Leonardo^{2,1}, Balmaceda Laura^{3,4}, Cremades Hebe^{5,2}, Nieves-chinchilla Teresa⁴

¹ Instituto de Física Aplicada (INFAP)

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

³ George Mason University, 4400 University Dr. Fairfax, VA 22030, USA

⁴ Heliophysics Science Division, NASA Goddard Space Flight Center, Greenbelt, MD 20771, USA

⁵ Universidad de Mendoza, Grupo de Estudios en Heliofísica de Mendoza, Boulogne Sur Mer 665, 5500, Mendoza, Argentina

Abstract: Las eyecciones coronales de masa (ECM) desempeñan un papel clave en la determinación de las condiciones de la meteorología espacial. Por tanto, es importante comprender su evolución a través de su viaje en la heliósfera. En este trabajo analizamos y determinamos diferentes magnitudes cinemáticas, dinámicas y termodinámicas durante la evolución de dos ECMs que erupcionaron el 16 de junio de 2010 y el 14 de junio de 2011, en un rango de distancias heliosféricas de aproximadamente 4 a 18 radios solares. A partir de imágenes coronográficas casi simultáneas de los satélites Solar-Terrestrial Relations Observatory (STEREO) and Solar and Heliospheric Observatory (SOHO), se reconstruye tridimensionalmente cada evento y se determina la distancia heliocéntrica de la ECM, la velocidad y la aceleración vs. tiempo. Utilizando las magnitudes cinemáticas encontradas, estimamos diferentes parámetros dinámicos y termodinámicos de las ECMs, como la contribución de las fuerzas y el índice politrópico mediante el modelo Flux Rope Internal State (FRIS), el cual supone que la ECM evoluciona de manera autosimilar. Probamos la validez de esta suposición comparando cantidades observadas cerca del Sol y a 1 UA. Nuestro análisis reveló que la suposición de evolución autosimilar es válida para el comportamiento en la corona media para ambos eventos. Sin embargo, en distancias mayores esto se cumple sólo para el evento del 16 de junio de 2010, que fue significativamente más lento que el otro evento.

Jueves 19 15:30 – 16:00 hs

Centro Angelelli

Caracterización de las ondas de gravedad mediante un método de análisis rotacional durante la campaña SOUTHTRAC

Marcos Tomas¹, De La Torre Alejandro¹, Alexander Pedro²

¹ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Departamento de Ciencias de la Atmósfera

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Instituto de Física de Buenos Aires

La Patagonia y la península Antártica conforman la región del mundo con mayor actividad de ondas de gravedad (OG) estratosféricas. Los intensos vientos troposféricos son desviados por los Andes y la Península Antártica y provocan OG que pueden propagarse a la mesosfera superior. Esta región de gran interés científico para el estudio de la dinámica de las OG fue el objetivo de la campaña SOUTHTRAC-GW (Southern Hemisphere Transport, Dynamics, and Chemistry Gravity Waves).

La campaña SOUTHTRAC-GW consistió en siete vuelos realizados por el avión HALO (High Altitude and Long Range

Research Aircraft) en la Patagonia argentina y la Península Antártica. Entre los instrumentos de medida a bordo del HALO se encontraban el novedoso Lidar Aerotransportado para la Investigación de la Atmósfera Media (ALIMA) y la sonda Gimbalmed Limb Observer for Radiance Imaging of the Atmosphere (GLORIA). ALIMA midió las temperaturas en el rango de altitud de 20 a 90 km, mientras que GLORIA proporcionó observaciones para caracterizar las temperaturas y las relaciones de mezcla de gases traza de 5 a 15 km. Los instrumentos restantes permitieron obtener variables como la presión, temperatura, las componentes meridional, zonal, y vertical del viento, entre otras.

A partir de los datos obtenidos durante la campaña, y con el uso de simulaciones numéricas del modelo WRF (Weather Research and Forecasting) y reanálisis, se implementó un método rotacional para determinar la polarización del vector de viento en función de la altura, a partir de lo cual podría inferirse tanto el origen de las ondas (esencialmente orográficas y no orográficas), así como también la dirección ascendente o descendente en la que estas ondas transportan energía.

Jueves 19 16:00 – 16:30 hs

Centro Angelelli

Efecto de la componente cuadrupolar del campo geomagnético en la rigidez de corte

Abaca F M¹, Victoria L M A¹, Aragón Rodríguez A P¹, Ovejero M A¹, Paz S L¹, Elias A G²

¹ Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología (FACET), Laboratorio de Ionosfera, Atmósfera neutra y Magnetósfera

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Instituto de Física del Noroeste Argentino

El campo geomagnético protege la atmósfera terrestre de partículas energéticas, incluyendo partículas solares energéticas y rayos cósmicos galácticos. No obstante, cuando la intensidad del campo geomagnético disminuye significativamente, por ejemplo, durante excursiones o inversiones geomagnéticas, su efecto protector se reduce notablemente. La rigidez de corte geomagnética cuantifica este efecto protector ya que es una medida de la energía mínima necesaria para que una partícula cargada proveniente del espacio exterior alcance una dada ubicación en la Tierra. Esta se puede calcular mediante trazado de trayectorias o ecuaciones teóricas aproximadas. En la actualidad, el campo geomagnético se puede aproximar a un campo dipolar puro, permitiendo una expresión teórica exacta de la rigidez de corte en términos de latitud geomagnética que puede obtenerse fácilmente de la condición crítica del problema de Störmer, la cual corresponde a la situación a partir de la cual las partículas tienen acceso a la Tierra. Precisamente, este problema tiene solución analítica para el caso de campos magnéticos que resultan de dipolos o multipolos axiales únicos, es decir configuraciones donde además de la simetría axial, hay una simetría respecto del plano ecuatorial. Sin embargo, cuando la intensidad del campo geomagnético disminuye significativamente, este campo se vuelve menos dipolar, y las expresiones teóricas dipolares pierden validez. En este trabajo se presenta la variación espacial de la rigidez de corte geomagnética en un escenario potencial donde el campo dipolar disminuye a expensas de un aumento de la componente cuadrupolar axial, con el objeto de cuantificar el efecto de esta componente desde un valor inicial cero hasta llegar a un campo completamente cuadrupolar, considerando que este podría ser un escenario posible de campo de transición, aunque sea parcialmente. Para esto se utilizan ecuaciones teóricas aproximadas y la solución numérica del problema de Störmer para la superposición de campos magnéticos dipolares y cuadrupolares con intensidades relativas variables. Estos resultados pueden resultar útiles para estudios relacionados con la tasa de dosis de radiación cósmica y la producción de isótopos cosmogénicos durante posibles escenarios de un campo magnético de transición durante una inversión geomagnética.

Jueves 19 16:30 – 17:00 hs

Centro Angelelli

Estudio de la sismicidad en la provincia de San Luis a partir de la instalación de una red local

Spagnotto Silvana Liz¹, Morosini Augusto Francisco¹, Richard Andrés David¹, Escobares Marina Karim¹, Dardanelli Lara Soledad¹

¹ Universidad Nacional de San Luis (UNSL), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

La actividad sísmica en la región de San Luis no es insignificante; la provincia experimenta regularmente sismos con magnitudes Mw 3 y 4, tanto en corteza superficial como en la placa de Nazca subducida, a profundidades superiores a 150 km. Estudios neotectónicos han revelado la presencia de fallas geológicas activas, lo que podría representar un riesgo significativo para las comunidades asentadas en la zona. En los últimos 100 años, se han registrado algunos terremotos, destacándose dos de ellos por los daños significativos ocasionados: uno con una magnitud aproximada de 6, ocurrido el 22 de mayo de 1936 en sector noroeste de la Sierra de San Luis, y otro con una magnitud similar ocurrido el 11 de junio de 1934 en las cercanías de la provincia, en Sampacho, Córdoba. También son relevantes los sismos de magnitud aproximada a 6 de 1924, Mw 5.5 de 2004 y Mw 5.7 del 19 de noviembre de 2019, ubicados en la Sierra de Comechingones, en la Pampa de las Salinas, y cerca de Beazley, respectivamente, zonas escasamente pobladas. En el marco del PICT 2019-00854 Pmo.BID se instaló una red de estaciones permanentes y temporarias en la provincia de San Luis en colaboración con otras instituciones. La estación LPCA ubicada en el límite con Córdoba actualmente transmite en tiempo real de manera libre y ha sido re acondicionada en colaboración con el CIGEOBIO CONICET-UNSL e INPRES (Instituto Nacional de Prevención Sísmica). Sus datos pueden obtenerse libremente de www.iris.edu IRIS (Incorporated Research Institutions for

Seismology). Las estaciones de banda ancha y periodo corto respectivamente INTE (Ciudad de San Luis) y UNIO (Unión) fueron instaladas en colaboración con IGSV-Universidad Nacional de San Juan. La estación INTE comenzó a funcionar en la ciudad de San Luis desde 2022, luego de ser movida de La Florida donde había funcionado desde 2017. Por último, las estaciones ubicadas en Villa Mercedes y Villa del Carmen pertenecen a la red de estaciones ciudadanas de raspberry shake, transmitiendo en tiempo real (<https://stationview.raspberrysake.org/>). Además de manera temporaria se instalaron la estación de periodo corto de tres componentes MORO en colaboración Universidad Nacional de Río Negro la cual funcionó solo 3 meses en las inmediaciones de la caldera de El Morro, y dos estaciones de la Universidad de Buenos Aires que desgraciadamente no funcionaron. En este trabajo además se recopiló los registros de eventos sísmicos reportados por el INPRES y agencias internacionales para el territorio de la provincia de San Luis. Se realizó la búsqueda de información sobre eventos en diarios locales y datos históricos del terremoto de 1936 y de los terremotos de Sampacho, Córdoba. Se obtuvieron mecanismos focales con primeros movimientos de sismos ocurridos desde 2008 en las sierras de San Luis y alrededores, ya que la densificación de estaciones sismológicas en la zona permitió determinar sectores de compresión y dilatación en las esferas focales de los sismos y sus respectivos planos nodales. Además, se obtuvieron bajos errores de localización para dichos eventos, y en general las localizaciones obtenidas se alinearon con las principales estructuras reportadas en la literatura con actividad cuaternaria probada o posible. Creemos que el armado de la red y los datos obtenidos nos dejan una base de datos para poder continuar trabajando en la temática lo que permitirá vincular con posibles fallas activas y contribuir a los estudios de riesgo sísmico.

Queremos agradecer al INPRES por el acceso a datos de estaciones ubicadas en la región, de igual manera que a IRIS.edu, y a la colaboración de las instituciones IGSV-UNSJ, IANIGLIA-CONICET, UNRN y Bomberos Voluntarios de las localidades de Unión y Villa del Carmen en el armado y mantenimiento de la red de estaciones en San Luis. También a J. Carletto, W. Lucero, D. Mayer, C. Devia por su colaboración. Agradecemos el financiamiento obtenido con los proyectos PICT2019-00854, PROIPRO-UNSL 03-1520 y 03-1718, y Universidad, Cultura y Sociedad - EU35-UNSL10806.

Jueves 19 17:00 – 17:30 hs

Centro Angelelli

Respuesta de la capa F2 ionosférica a la actividad geomagnética débil

Victoria Lourdes Mariana Abigail^{1, 2}, Zossi Bruno Santiago^{2, 3}, Elias Ana Georgina^{1, 2, 3}

¹ Universidad Nacional de Tucumán (UNT), Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología (FACET), Departamento de Física

² Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología (FACET), Universidad Nacional de Tucumán (UNT), Laboratorio de Ionosfera, Atmosfera Neutra y Magnetosfera (LIANM)

³ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Universidad Nacional de Tucumán (UNT), Instituto de Física del NOA (INFINOA)

La actividad geomagnética tiene un amplio rango de intensidad, perturbando la ionosfera a través de múltiples mecanismos. La actividad geomagnética intensa, que ha sido ampliamente investigada, ocurre ocasionalmente y puede causar perturbaciones significativas y distinguibles en la ionosfera. La de intensidad más débil ocurre con mucha más frecuencia, pero sus efectos son generalmente difíciles de distinguir de las complejas variaciones ionosféricas. Esta actividad geomagnética más débil juega un papel importante en la variabilidad diaria de la ionosfera, por lo que merece mayor atención; sin embargo, ha sido mucho menos investigada. Una razón es que generalmente es difícil distinguir sus efectos de la variabilidad diaria de la ionosfera, causada simultáneamente por la irradiancia solar y las ondas de la atmósfera inferior que viajan hasta la atmósfera superior depositando allí su energía y ocasionando inestabilidades. Además, a diferencia de las tormentas ionosféricas que resultan de grandes perturbaciones geomagnéticas las cuales ocurren separadas por intervalos de tiempo fáciles de distinguir, la frecuente ocurrencia de la actividad geomagnética más débil resulta en solapamientos en el tiempo que complica la distinción de los efectos de diferentes eventos. Por lo tanto, es un gran desafío identificar estos efectos en la ionosfera a partir de observaciones. En este trabajo se analiza estadísticamente las tendencias de la respuesta ionosférica a la actividad geomagnética débil siguiendo la metodología de un trabajo reciente, aplicada a la frecuencia crítica de la capa F2 (f_oF2) y a la altura de pico de la ionosfera (h_mF2), medidos en tres estaciones ionosféricas de latitud media-alta: Tromsø (69.7°N, 18.9°E), Juliusruh (54.6°N, 13.4°E) y Chilton (51.5°N, 0.6°O), durante el período 1998-2023. Se presenta también un análisis de sensibilidad de la metodología de detección de la respuesta buscada en función del tipo de filtrado de los datos. Si bien la sensibilidad detectada es significativa, la respuesta a la actividad geomagnética creciente en el rango de menor intensidad resulta estadísticamente evidente, dependiendo de la estación del año y la hora local.

Martes 17 14:30 – 14:50 hs

Sala Postgrado Matemática

Atajos adiabáticosAlvez José Nicolás¹¹ Universidad de Buenos Aires (UBA), Departamento de Física

Se refiere como atajo adiabático a la búsqueda de hamiltonianos que permitan evolucionar un sistema dando su estado inicial y otro final de interés. Esta evolución tiene que ser adiabática en el sentido de que se llega con una alta fidelidad al estado final y sin presencia de ruido, generado tradicionalmente por el intercambio de calor. Es un atajo ya que la evolución se da en un tiempo finito y corto, al contrario de los caminos adiabáticos usuales que vienen de hacer tender el tiempo a infinito.

Actualmente el interés en ellos radica en su aplicación para tecnologías cuánticas, donde es importante operar en tiempos menores a los de la decoherencia. En este trabajo busco dar nociones de que son los atajos adiabáticos, mostrar ejemplos de ellos y soluciones numéricas encontradas.

Martes 17 14:50 – 15:10 hs

Sala Postgrado Matemática

Funciones de correladores sin orden temporal (OTOCs) como indicador del desparramo de observables locales.Lozano-negro Fabricio S.¹, Sánchez Claudia M.¹, Chattah Ana K.¹, Álvarez Gonzalo A.², Pastawski Horacio M.¹¹ Facultad de Matemática Astronomía, Física y Computación (FAMAF), Instituto de Física Enrique Gaviola (IFEG)² Instituto Balseiro (IB), Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA)

Las funciones de correladores sin orden temporal (OTOCs) funcionan como un proxy para cuantificar el desparramo de información cuántica, el cual se refiere al proceso en el que la información almacenada localmente se dispersa a través de los grados de libertad de un sistema cuántico de muchos cuerpos, volviéndola inaccesible para sondas locales. La mayoría de las implementaciones experimentales de OTOCs se basan en medidas indirectas usando observables globales usualmente involucrando algún tipo de inversión temporal, por ejemplo, ecos de Loschmidt.

En esta charla, discutiremos la conexión directa entre OTOCs obtenidos a partir observables globales con OTOCs locales en el contexto de experimentos de RMN, donde el observable es la magnetización total del sistema. Particularmente, evaluamos numérica el segundo momento de la distribución de coherencias cuánticas múltiples, un OTOC que caracteriza el número de espines correlacionados en el sistema. Nuestro análisis parte de descomponer los ecos globales que permiten obtener el OTOC en una suma de ecos locales y contribuciones cruzadas, dando lugar a OTOCs locales y globales.

Comparamos la versión local y global de esta magnitud a partir de la dinámica de excitaciones en sistemas de anillos de espín con 8 a 16 espines, usando un hamiltoniano de muchos cuerpos e interacciones de largo alcance. Los resultados indican que, después de un período transitorio inicial, los OTOCs locales determinan los globales. Observamos que la diferencia entre los OTOCs locales y globales, así como sus fluctuaciones, se vuelve despreciable a medida que aumenta el tamaño del sistema. Este comportamiento coincide con lo observado en sistemas altamente interactivos o caóticos en varios experimentos.

Ref: Global Out of Time Order Correlators as a Signature of Scrambling Dynamics of Local Observables. arXiv:2407.03273

Martes 17 15:10 – 15:30 hs

Sala Postgrado Matemática

Evaluación de la performance de un circuito cuántico de baja profundidad diseñado para un problema de regresiónPerón Santana Sofía^{1,2}, Legnazzi Legnazzi^{1,2}, Ribetto Federico^{1,2}, Osenda Omar^{1,2}¹ Facultad de Matemática Astronomía, Física y Computación (FAMAF), Universidad Nacional de Córdoba (UNC)² Instituto de Física Enrique Gaviola (IFEG), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

Los circuitos cuánticos son uno de los modelos de cómputo cuántico más sencillos de entender dada la alta equivalencia entre los conceptos de bit-qubit y compuertas clásicas y cuánticas. En el esquema de trabajo conocido como aprendizaje de circuitos cuánticos se usa aprendizaje automático para diseñar un circuito cuántico para que realice determinadas tareas como clasificación, o regresión de datos. Se analiza la performance de distintos circuitos que han sido diseñados para realizar una regresión cuando se ejecuta el circuito en una de las computadoras cuánticas basadas en qubits superconductores de IBM (ibmbrisbane), teniendo en cuenta el número de qubits del circuito, la profundidad del mismo, las características de las compuertas generadoras de entrelazamiento, etc. También se analiza la performance de distintos algoritmos para corregir los efectos del ruido.

Martes 17 15:30 – 15:50 hs

Sala Postgrado Matemática

Carga de baterías cuánticas en contacto con entornos fuera del equilibrio

Yacachury Julian¹, Mayo Franco¹, Roncaglia Augusto¹

¹ Instituto de Física de Buenos Aires (IFIBA)

En este trabajo se estudian procesos de carga para baterías cuánticas en contacto con entornos fuera de equilibrio a partir de un modelo colisional [1], estudiando su eficiencia (η) y potencia (P). En particular, se consideran entornos con coherencias ($|c|$), y se busca entender su efecto por sobre estas propiedades, a su vez que generar una caracterización con el resto de los parámetros.

Se comienza por estudiar un entorno levemente coherente [2,3], que es descrito por una ecuación maestra de tipo Linblad, y con el cual se encuentra que es imposible superar el proceso clásico en eficiencia. Se opta entonces por un proceso con tiempo de interacción finito. A partir del mismo se deriva una expresión analítica para la eficiencia, cuyo valor máximo es de $\eta = \frac{2}{3}$, y superando así el valor clásico de $\eta_C = \frac{1}{2}$. Adicionalmente, se observa que la coherencia mejora la eficiencia en los parámetros estudiados.

Para la potencia de carga, se deriva una expresión analítica en el proceso clásico y se evalúan casos límites. El proceso coherente es estudiado numéricamente, y se encuentra que la coherencia reduce la potencia. Debido al comportamiento opuesto de η con $|c|$, de presencia entonces un compromiso entre eficiencia y potencia, para los parámetros estudiados.

Referencias

- [1] Francesco Ciccarello, Salvatore Lorenzo, Vittorio Giovannetti, and G. Massimo Palma. *Quantum collision models: Open system dynamics from repeated interactions*. Physics Reports, 954:1–70, April 2022.
- [2] Franklin L. S. Rodrigues, Gabriele De Chiara, Mauro Paternostro, and Gabriel T. Landi. *Thermodynamics of weakly coherent collisional models*. Physical Review Letters, 123(14), oct 2019.
- [3] Kenza Hammam, Heather Leitch, Yassine Hassouni, and Gabriele De Chiara. *Exploiting coherence for quantum thermodynamic advantage*. New Journal of Physics, 24(11):113053, nov 2022.

Martes 17 15:50 – 16:10 hs

Sala Postgrado Matemática

Correlaciones electrón-núcleo desde un enfoque de información cuántica aplicada a un modelo unidimensional de dispersión electrón-molécula

Méndez Martín^{1 2 3}, Pont Federico M.^{1 2 3}

¹ Instituto de Física Enrique Gaviola (IFEG)

² Facultad de Matemática Astronomía, Física y Computación (FAMAF)

³ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

La dinámica de diferentes cantidades de información cuántica se utiliza para caracterizar un proceso de dispersión en un sistema compuesto que incluye dinámica nuclear. Se deriva un modelo unidimensional para una molécula NeHe^+ confinada transversalmente a partir de primeros principios y se utiliza para simular la dispersión entre un electrón e^- y un ion NeHe^+ . Se asume que la interacción electrón-electrón es de tipo potencial de Coulomb y que las interacciones electrón-nuclear y nuclear-nuclear son del tipo potencial de Yukawa [1].

La ecuación de Schrödinger independiente del tiempo (TISE) se resuelve utilizando el Método de Elementos Finitos (FEM) con el paquete de desarrollo propio FEMTISE.jl [2] para calcular curvas de energía potencial y la estimación de parámetros del ion NeHe^+ . La ecuación de Schrödinger dependiente del tiempo (TDSE) se resuelve utilizando el principio variacional de Dirac-Frenkel y el método de Representación de Variables Discretas (DVR) con el paquete MCTDH (Multi-Configuración Time-Dependent Hartree) [3].

Se calculan densidades de probabilidad electrónicas y nucleares dependientes del tiempo para diferentes energías incidentes del electrón, evidenciando procesos elásticos e inelásticos (por ejemplo, el proceso ICEC [4]). Además, se establece la correlación entre medidas de información cuántica [5-6], como la entropía de von Neumann y la información mutua, y el valor esperado de la posición y su desviación estándar.

Estos resultados proporcionan una comprensión más profunda de los procesos de dispersión en sistemas compuestos y la utilidad de las medidas de información cuántica para describir estos fenómenos.

- [1] Bednarek, S., Szafran, B., Chwiej, T. and Adamowski, J., 2003. Effective interaction for charge carriers confined in quasi-one-dimensional nanostructures. Physical Review B, 68(4), p.045328. [2] Mendez Martín, “GitHub - mendzmar-tin/FEMTISE.Jl: Variational Approximation by Gridap Package to Resolve T.I.S.E. in Julia.” [3] Meyer, H.D., Manthe, U. and Cederbaum, L.S., 1990. The multi-configurational time-dependent Hartree approach. Chemical Physics Letters, 165(1), pp.73-78. [4] Bande, A., Fasshauer, E., Molle, A., Peláez, D., Pont, F.M. and Sisourat, N., 2023. Interatomic Coulombic electron capture: the story so far. Journal of Physics B: Atomic, Molecular and Optical Physics, 56(23), p.232001. [5] Schürger, P. and Engel, V., 2024. Differential Shannon Entropies and Mutual Information in a Curve Crossing System: Adiabatic and Diabatic Decompositions. Journal of Chemical Theory and Computation. [6] Blavier, M., Levine, R.D. and Remacle, F., 2022. Time evolution of entanglement of electrons and nuclei and partial traces in ultrafast photochemistry. Physical Chemistry Chemical Physics, 24(29), pp.17516-17525.

Martes 17 16:10 – 16:30 hs

Sala Postgrado Matemática

VQE para matrices no-HermíticasTielas Diego^{1 2 3}, Reboiro Marta^{1 4}¹ Instituto de Física de La Plata (CONICET), Boulevard 113 & 63, La Plata, C.P. 1900, Argentina.² Departamento de Cs. Básicas, Fac. Ing., Universidad Nacional de La Plata, Av. 1 N° 750, La Plata, C.P. 1900, Argentina.³ tielas@fisica.unlp.edu.ar⁴ Departamento de Física, Fac. de Cs. Exactas, Universidad Nacional de La Plata, C.C. 67, La Plata, C.P. 1900, Argentina.**Resumen**

El Algoritmo Variacional Cuántico para resolver el problema de autovalores (VQE) ha sido un catalizador en el desarrollo de algoritmos cuánticos variacionales [1, 2] desde su introducción por Peruzzo y colaboradores [3]. Su robustez ante distintos escenarios de ruido lo posiciona como uno de los algoritmos más prometedores para la era NISQ. El desarrollo de este algoritmo se enfoca en su utilización para acotar las energías de estado fundamental de sistemas cuánticos de alta dimensión, que son de fundamental importancia en diversas disciplinas, que van desde la química cuántica hasta la ciencia de materiales [4]. En este trabajo, presentamos una generalización del VQE que permite abordar Hamiltonianos no-Hermíticos, ampliando significativamente su ámbito de aplicación. Esta extensión habilita el cálculo de autovalores complejos, abriendo nuevas posibilidades en el estudio de sistemas cuánticos disipativos y abiertos.

Referencias

[1] M. Cerezo, et. al. Variational quantum algorithms. *Nature Reviews Physics*, 3 (9), 625-644 (2021). [2] K. Bharti, et. al. Noisy intermediate-scale quantum algorithms. *Reviews of Modern Physics*, 94 (1), 015004 (2022).

[3] A. Peruzzo, et. al. A variational eigenvalue solver on a photonic quantum processor, *Nature Commun.* 5 (1) (2014).

[4] J. Tilly, et al. The variational quantum eigensolver: a review of methods and best practices. *Physics Reports* 986, 1, (2022).

Miércoles 18 14:30 – 14:50 hs

Sala Postgrado Matemática

Máxima violación de desigualdades de Bell en presencia de detectores no idealesGigena Nicolás¹, Panwar Ekta^{2 3}, Scala Giovanni^{3 4}, Araújo Mateus⁵, Farkas Máté⁶, Chaturvedi Anubhav⁷¹ Instituto de Física de La Plata (IFLP), Departamento de Física, Universidad Nacional de La Plata, C.C. 67, La Plata (1900), Argentina² Institute of Theoretical Physics and Astrophysics, University of Gdansk, Gdansk, Poland³ International Centre for Theory of Quantum Technologies, University of Gdansk, Gdansk, Poland⁴ Dipartimento Interateneo di Fisica, Politecnico di Bari, Bari, Italy⁵ Departamento de Física Teórica, Atómica y Óptica, Universidad de Valladolid, Valladolid, España⁶ Department of Mathematics, University of York, Heslington, York, YO10 5DD, United Kingdom⁷ Faculty of Applied Physics and Mathematics, Gdansk University of Technology, Gdansk, Poland

La eficiencia de los detectores empleados durante un test de Bell afecta el potencial carácter no local de las correlaciones observadas, pues aquellos eventos en los que los detectores fallan pueden ser explotados por modelos de variables ocultas locales, dando lugar al conocido *loophole de detección*. El cierre de este loophole reviste interés tanto a nivel fundamental como práctico, ya que la presencia de correlaciones no locales es clave en diferentes protocolos *device-independent* de procesamiento de información cuántica, como lo son la distribución cuántica de claves criptográficas y la certificación de aleatoriedad. Consecuentemente, durante las últimas décadas el trabajo en el tema se ha dirigido a determinar las condiciones límite en las que una dada desigualdad de Bell puede ser violada en presencia de detectores ineficientes, dando lugar a la noción de *eficiencia crítica*.

En este trabajo abordamos un problema relacionado pero diferente: dadas eficiencias η_A y η_B para los detectores en un test de Bell bipartito, nos interesa determinar la máxima violación de la desigualdad estudiada que puede obtenerse con estados y medidas cuánticas, y también las características que exhiben las realizaciones óptimas. Mostramos primero que el problema de violar una desigualdad de Bell en presencia de detectores ineficientes puede mapearse a aquel de violar, en condiciones ideales, una nueva desigualdad que deriva de la original, y que está determinada por la estrategia empleada para procesar eventos de detección fallida. Nos enfocamos entonces en el caso particular de la desigualdad CHSH, mostrando que para cualquier combinación de eficiencias (η_A, η_B) es posible encontrar analíticamente la máxima violación, expresada como la raíz más grande de un polinomio de grado 4. Además, encontramos que la máxima violación certifica el estado y medidas cuánticas empleados para alcanzarla. Como subproducto, estos resultados revelan la existencia de desigualdades de Bell para las que la jerarquía de cotas superiores a la violación máxima, introducida por Navacué-Pironio-Acín, no converge en niveles menores a 10, poniendo en duda la posibilidad de convergencia en un nivel finito.

Miércoles 18 14:50 – 15:10 hs

Sala Postgrado Matemática

Formalismo de estados historia en caminatas aleatorias cuánticas para una moneda de GroverLomoc Fernando¹, Boette Alan¹, Canosa Norma¹, Rossignoli Raul²¹ Universidad Nacional de La Plata (UNLP), Instituto de Física de La Plata (IFLP), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)² Universidad Nacional de La Plata (UNLP), Instituto de Física de La Plata (IFLP), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Comisión de Investigaciones Científicas (CIC)

Se emplea el formalismo de estados historia en el marco de las caminatas aleatorias cuánticas en una dimensión. Se analiza la denominada moneda de Grover (spin 1), y se comparan los resultados con los correspondientes a la moneda de Hadamard (spin 1/2). El formalismo permite describir la caminata completa en base a un estado y conduce al concepto de entrelazamiento sistema-tiempo, el cual es una medida del número de sitios ortogonales visitados en la caminata. En el caso de spin 1, la entropía de entrelazamiento sistema-tiempo, así como la información mutua, dependen fuertemente de la orientación inicial de spin, a diferencia del caso de spin 1/2, donde estas cantidades resultan independientes de la orientación inicial para estados iniciales reales con paridad definida y monedas reales. Se examina también la evolución de los subsistemas de espín y posición en base al formalismo. Finalmente, se analiza una posible aplicación de la noción de estados historia al campo de las series temporales.

Miércoles 18 15:10 – 15:30 hs

Sala Postgrado Matemática

¿Cuánto esperar para que algo ocurra? Cantidad de evolución para estados mixtosMarchisio A¹, Otero M^{1 2}, Majtey A^{2 3}¹ Universidad Nacional de Río Cuarto (UNRC), Departamento de Física² Universidad Nacional de Córdoba (UNC), Facultad de Matemática Astronomía, Física y Computación (FAMAF)³ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Instituto de Física Enrique Gaviola (IFEG)

Varias preguntas pueden plantearse al analizar las limitaciones temporales asociadas a la evolución cuántica. Una pregunta importante es ¿cuánto tiempo hay que esperar para ver que algo ocurre? De hecho, la rapidez con la que un sistema cuántico puede evolucionar hacia un estado ortogonal (perfectamente distinguible) es la pregunta básica que abordan los estudios sobre el límite de velocidad cuántico. Una pregunta alternativa y complementaria, ¿cuánto ocurre durante un cierto periodo de tiempo?, fue abordada recientemente en [1] con la introducción de una medida de cantidad de evolución para estados puros basada en la distinguibilidad promedio de los estados del sistema en diferentes instantes de tiempo. En este trabajo, utilizando medidas de distinguibilidad adecuadas extendemos la medida de evolución para estados mixtos. Caracterizamos la cantidad de evolución de los estados en términos de su grado de pureza y mostramos que algunas medidas de cantidad de evolución generalizadas conducen a los resultados previos cuando se consideran estados puros. Esta generalización, permite considerar la cantidad de evolución para dinámicas no unitarias. Estudiamos la evolución del sistema bajo diferentes procesos de decoherencia [2,3,4]. Identificamos dos comportamientos cualitativamente distintos en la medida, dependiendo de si la dinámica conduce o no a un estado estacionario. Además, analizamos los efectos no Markovianos en la cantidad de evolución.

Referencias

[1] Majtey, A. P., Valdés-Hernández, A., Maglione, C. G., & Plastino, A. R. (2019). Entropic characterization of quantum states with maximal evolution under given energy constraints. *Entropy*, **21**(8), 770.[2] Maniscalco, S., & Petruccione, F. (2006). Non-Markovian dynamics of a qubit. *Physical Review A—Atomic, Molecular, and Optical Physics*, **73**(1), 012111.[3] Bellomo, B., Lo Franco, R., & Compagno, G. (2007). Non-Markovian effects on the dynamics of entanglement. *Physical Review Letters*, **99**(16), 160502.[4] Sevilla, F. J., & Valdés-Hernández, A. (2023). Dynamics of closed quantum systems under stochastic resetting. *Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical*, **56**(3), 034001.

Miércoles 18 15:30 – 15:50 hs

Sala Postgrado Matemática

Conjuntos de observables que dan lugar a probabilidades negativasPujol Juan Manuel^{1 2}, Portesi Mariela¹, Holik Federico¹¹ Instituto de Física de La Plata (IFLP)² Universidad Nacional de La Plata (UNLP)

La emergencia de probabilidades negativas en la descripción de un sistema cuántico puede ser usada como signatura de no-clasicidad, y está relacionada con la noción de contextualidad cuántica [1, 2]. El estudio de la negatividad es de

interés en distintas áreas, tales como la óptica cuántica y la computación cuántica. En esta contribución presentamos un estudio de situaciones que no pueden ser descritas mediante una distribución de probabilidad clásica, haciendo necesario el uso de probabilidades negativas. Esto pone en evidencia el carácter netamente cuántico de las correlaciones involucradas. En particular, estudiamos observables basados en bases mutuamente no sesgadas (MUBs), SIC-POVMs, y también otros operadores asociados con la contextualidad de Kochen-Specker.

[1] J. Acacio de Barros, F. Holik. Indistinguishability and negative probabilities. *Entropy* 22, 829 (2020).

[2] E. Monchetti, C. Massri, J. Acacio de Barros, F. Holik. Measure-theoretic approach to negative probabilities. arXiv:2302.00118

Miércoles 18 15:50 – 16:10 hs

Sala Postgrado Matemática

Teleportación cuántica ruidosa

Bruno P¹, Bellomo G², Bussandri D³, Bosity G M²

¹ *Departamento de Computación, FCEN, UBA*

² *Instituto de Investigación en Ciencias de la Computación - CONICET/UBA*

³ *Universidad de Valladolid (UVA)*

La teleportación cuántica [1] es uno de los algoritmos fundamentales para el procesamiento de la información cuántica. En términos generales, el protocolo de teleportación implica una serie de operaciones locales aplicadas sobre un sistema cuántico multipartito entrelazado, asistido por un canal de comunicación clásica, con la finalidad de transferir un estado desconocido desde un remitente (Alice) hacia el receptor (Bob), separados espacialmente.

En condiciones ideales, el protocolo tiene éxito en transmitir perfectamente el estado desconocido de Alice hacia Bob, haciendo uso de un estado máximamente entrelazado de dos qubits. En escenarios realistas, la implementación experimental de este protocolo suele estar sometida a fuentes de error, como ruido ambiental o imperfecciones en la preparación del estado recurso. Esto conduce, generalmente, a la transferencia de un estado diferente del objetivo [2-4]. En este contexto, se plantean varias preguntas fundamentales: ¿Cómo evaluar el rendimiento de un protocolo no ideal? ¿Cómo certificar que un protocolo de teleportación dado es auténticamente cuántico? ¿Cómo afecta el ruido al rendimiento del protocolo?

Recientemente, se han introducido figuras de mérito basadas en diferentes nociones de distancias entre estados cuánticos, más allá de la fidelidad, las cuales evalúan distintos aspectos del rendimiento de un protocolo dado [5,6], lo que además permite generalizar el modo de certificar protocolos como “clásicos” o “cuánticos”: si el rendimiento de un protocolo es mayor al del protocolo clásico, entonces se lo clasifica como cuántico [7]. En la Ref. [6], se presentan protocolos simples que prueban que forma de certificar no es universal, es decir, que depende de la medida de distancia empleada.

En este trabajo, considerando modelos de ruido más generales que en [6], profundizamos el análisis sobre el comportamiento de las nuevas figuras de mérito. No obstante, observamos que en ciertas situaciones se puede moderar el efecto del ruido en un qubit del estado recurso con ruido sobre el otro qubit, independientemente de la figura de mérito usada para caracterizar el rendimiento del protocolo. Nuestros resultados teóricos se respaldan con la implementación y simulación de los protocolos en Qiskit [8].

[1] C. H. Bennett, G. Brassard, C. Crépeau, R. Jozsa, A. Peres, and W. K. Wootters, Teleporting an unknown quantum state via dual classical and Einstein-Podolsky-Rosen channels, *Phys. Rev. Lett.* 70, 1895 (1993).

[2] L. T. Knoll, C. T. Schmiegelow, and M. A. Larotonda, Noisy quantum teleportation: An experimental study on the influence of local environments, *Phys. Rev. A* 90, 042332 (2014).

[3] R. Fortes and G. Rigolin, Fighting noise with noise in realistic quantum teleportation, *Phys. Rev. A* 92, 012338 (2015).

[4] D. G. Im, C. H. Lee, Y. Kim, H. Nha, M. S. Kim, S. Lee, and Y. Kim, Optimal teleportation via noisy quantum channels without additional qubit resources, *npj Quantum Inf.* 7, 86 (2021).

[5] F. Toscano, D. G. Bussandri, G. M. Bosity, A. P. Majtey, and M. Portesi, Optimal quantum teleportation protocols for fixed average fidelity, *Phys. Rev. A* 108, 042428 (2023).

[6] D. G. Bussandri, G. M. Bosity, and F. Toscano, Challenges in certifying quantum teleportation: Moving beyond the conventional fidelity benchmark, *Phys. Rev. A* 109, 032618 (2024).

[7] S. Pirandola, J. Eisert, C. Weedbrook, A. Furusawa, and S. L. Braunstein, Advances in quantum teleportation, *Nat. Photon.* 9, 641 (2015).

[8] P. Bruno, <https://github.com/pdbruno/tesis>.

SESIONES DE PÓSTERES

Enseñanza de la Física

MARTES 17 17:30 - 19:30 hs.

Sala Angelelli

001. Un sistema clásico que emula los fonones de un sólido cristalino

Benítez Alesio Nehuen¹, Catorano Enzo Valentin¹, Ibarlucea Faustino Gabriel¹, Engelmann Matias¹, Bálsamo Thomas Agustín¹, Toledo Joaquín¹, Bonin Claudio^{1, 2}, Figueroa Lisandro¹, Bonetto Fernando^{1, 2}

¹ Facultad de Ingeniería Química (FIQ)

² Instituto de Física del Litoral (IFIS)

Se presenta una experiencia desarrollada como parte de una materia experimental del cuarto año de la carrera de Licenciatura en Física, la cual muestra ser conveniente desde un punto de vista didáctico y pedagógico. Esta experiencia introduce a los alumnos en conceptos avanzados de la Teoría del Sólido mediante un sistema clásico, conocido y de fácil interpretación: una cuerda oscilante y sus modos normales de vibración. A la cuerda se le adhieren configuraciones de masas distribuidas de manera equiespaciadas emulando una cadena lineal mono-atómica, y una cadena lineal di-atómica. Obtuvimos experimentalmente la frecuencia de los distintos modos normales de vibración para las tres configuraciones y los resultados fueron comparados con las relaciones de dispersión obtenidas de predicciones clásicas y provenientes de la Teoría de Fonones.

Estudiamos tres configuraciones diferentes: una cuerda desnuda, una cuerda con masas similares distribuidas uniformemente a lo largo de su longitud ("cadena mono-atómica"), y una cuerda con dos conjuntos distintos de masas ("cadena di-atómica").

Encontramos que los resultados experimentales del sistema clásico estudiado reproducen satisfactoriamente muchas de las propiedades atribuidas a los modos fonónicos de los sólidos cristalinos unidimensionales que se estudian en la Teoría del Sólido. Debido a la sencillez del procedimiento experimental, la relativa simplicidad de los elementos utilizados y la riqueza de la información provista por el experimento, se propone esta experiencia como una interesante opción de trabajo práctico de laboratorio de la currícula de la Licenciatura en Física.

002. Incorporación de Técnicas Proyectuales en la Enseñanza de la Termodinámica para Estudiantes de Arquitectura.

Luna Carla, Romina.¹, Rodriguez Lucas, Gastón.², Reimers Walter, Guillermo.¹

¹ Universidad Nacional del Sur (UNS), Dpto. de Física, Universidad Nacional del Sur- IFISUR, CONICET. Av. Alem 1253, Bahía Blanca, Argentina.

² Universidad Nacional del Sur (UNS), Dpto. de Geografía y Turismo, Universidad Nacional del Sur - CONICET. 12 de Octubre 1198, Bahía Blanca, Argentina.

En la cátedra de Física para Arquitectura de la Universidad Nacional del Sur (UNS), se ha implementado un enfoque metodológico innovador que integra cualidades proyectuales en la enseñanza de sus contenidos, combinando el razonamiento deductivo con el inductivo y el abductivo. Este método se aplica en laboratorios diseñados para contextos específicos de diseño arquitectónico (en relación con la modalidad pedagógica de taller), con el objetivo de brindar a los estudiantes una experiencia educativa dinámica y práctica, complementando recursos prescriptivos y crítico-reflexivos [1-3]. Este enfoque proyectual se aplica en las dos comisiones de Física UNS, cada una con aproximadamente 100 estudiantes y su profesor a cargo. Se dictan clases expositivas conjuntas para ambos grupos, cuyos conocimientos son recuperados en actividades que integran conceptualizaciones y resoluciones prácticas. Uno de los ejercicios de laboratorio, implementado como trabajo integrador, consiste en el diseño de una habitación para una casa en una zona fría. Esta actividad se desarrolla en colaboración entre ambos profesores, fomentando un ambiente de aprendizaje colaborativo. Los estudiantes, divididos en grupos de 4 a 5, deben evaluar la temperatura media invernal de la zona geográfica elegida y diseñar las paredes de la habitación utilizando materiales compuestos, asegurando que la pérdida de calor por transmitancia térmica no supere el 30 % de la energía generada por un calefactor de tiro balanceado. Además, deben incluir un ventanal y calcular las calorías necesarias del calefactor (en régimen estacionario). Respecto de su evaluación, en clave formativa, se registró que el 60 % de los estudiantes encontraron muy interesante esta propuesta de la cátedra. En sus testimonios, se destacan respuestas como: "... En cuanto a los trabajos integradores, me gustó mucho, se formó un grupo muy lindo con grandes personas. Lo que más me ayudó a comprender los temas fue a la hora de hacer los experimentos. Por momentos tuvimos algunos problemas . . . , o en el caso de la segunda integradora con un ejercicio que no podíamos resolver, que la verdad nos agobió bastante, pero supimos sobrellevarlo y terminarlos". En definitiva, la implementación de estas estrategias ha permitido a los estudiantes comprender mejor los conceptos de transferencia de calor y eficiencia energética en el diseño arquitectónico;

a la vez de habilitar el desarrollo de recursos intra e interpersonales, como gestión de las emociones, argumentaciones de validación disciplinar, coordinación social, entre otros. Al trabajar en proyectos reales, los estudiantes no solo adquieren teoría, sino que también desarrollan habilidades de aplicación y de resolución de problemas. Esta práctica no solo enseña los conceptos básicos de la termodinámica, sino que también desarrolla habilidades proyectuales en los estudiantes –como reflexión en la acción, tratamiento de la complejidad e incertidumbre, creatividad, argumentación de las ideas, definición por aproximaciones sucesivas, entre otras–, preparándolos para futuros desafíos profesionales. La combinación de teoría y práctica en un contexto de diseño arquitectónico proporciona una comprensión más profunda y aplicada de los principios, fenómenos y características físicas, promoviendo una educación integral y contextualizada.

Referencias

- [1] C.E. Burgos. ADNea Revista de Arquitectura y Diseño del nordeste argentino, 2016, 4, 4 - ISSN 2347-064X.
 [2] L.G. Rodriguez. Cuaderno 175 — Centro de Estudios en Diseño y Comunicación, 2022/2023, 295 - 307 ISSN 1668-0227.
 [3] A.M. Romano. Colección Tesis. Ed. Infinito. 2021.

003. Desarrollo de calculadoras y simulaciones computacionales por alumnos en cursos universitarios de Física

Muñoz Juan Carlos¹, Konig Pablo¹, Carbonell Pablo¹, Muñoz Momburu Juan Pablo²

¹ Universidad Nacional de Tres de Febrero (UNTREF), Ingeniería en Computación

² Universidad Tecnológica Nacional (UTN)

Dentro de las competencias generales que plantea la formación de ingenieros en Computación, el conocimiento y comprensión de las leyes y métodos de las Físicas Clásica y Moderna conforman un requerimiento de gran importancia. A pesar de ello, la utilización y desarrollo de herramientas computacionales no se manifiesta mayoritariamente como una necesidad durante el dictado de las clases, con excepción de las actividades de medición llevadas a cabo en los laboratorios correspondientes. Es por ello que en el presente proyecto nos hemos propuesto desarrollar actividades que favorezcan la integración de los conceptos de Física con la Informática mediante la utilización de planillas de cálculo para resolver problemas numéricos, trazar curvas y realizar gráficos funcionales. Asimismo se buscó incluir software de uso libre como Geogebra, Kinovea y Tracker para desarrollo de trabajos prácticos, como también la implementación de simuladores digitales online que permitan el control de variables. Paralelamente, las y los estudiantes vienen desarrollando calculadoras digitales y programas de aplicación real de la Física en la vida cotidiana, que les permiten realizar cálculos de manera rápida y eficaz, como por ejemplo programas que resuelven ecuaciones diferenciales de problemas físicos mediante la Transformada de Laplace. Pero además, como punto fuerte y distintivo de nuestra propuesta, los alumnos y alumnas vienen desarrollando simuladores digitales manipulables, es decir con control de variables por parte del usuario, de diversos fenómenos físicos. Como resultado se han desarrollado simuladores interactivos, por ejemplo, sobre circulación de corriente en circuitos eléctricos en diferentes configuraciones, visualización de líneas de campos de un número variable de cargas puntuales en interacción mutua, trayectoria helicoidal de electrones bajo la acción de un campo, espectrómetro de masa, flujos de calor, movimiento de moléculas al variar la temperatura de un gas en un recinto cerrado y aislado, y diversas otras propuestas en las que se interesan según los problemas que ellas y ellos mismos se plantean de acuerdo con sus propias necesidades e intereses, considerando estos trabajos como parte de la evaluación final para acreditar la aprobación de cursos regulares de Física.

005. Efecto Zeeman y El Magnetón de Bohr

Ibarlucea Faustino Gabriel¹, Catorano Enzo Valentín¹, Benítez Alesio Nehuen¹, Toledo Joaquín¹, Balsamo Thomas¹, Engelman Matias¹, Bonin Claudio^{1, 2}, Figueroa Lisandro¹

¹ Facultad de Ingeniería Química (FIQ)

² Instituto de Física del Litoral (IFIS)

La experiencia que se presenta es un trabajo desarrollado en el contexto de una asignatura experimental de cuarto año de la carrera de Licenciatura en Física. Esta experiencia se muestra como una excelente herramienta didáctica y pedagógica no solo por la posibilidad de la observación del fenómeno físico en sí, sino también por lo instructivo que resulta el hacer frente a los obstáculos propios del quehacer de un experimentador.

En este trabajo se introduce a los alumnos en el concepto de desdoblamiento de niveles de energía asociados a átomos de Cadmio, mediante la observación del efecto Zeeman y el cálculo del magnetón de Bohr. La fundamentación rigurosa de este fenómeno requiere conocimientos de Mecánica Cuántica, pero para su implementación experimental basta con entender Electromagnetismo y Óptica a un nivel alcanzable en los primeros 3 años de una carrera de Ciencias Exactas, lo que lo hace idóneo como un preparativo al abordaje de conceptos asociados a la Mecánica Cuántica.

Para la implementación experimental se usó un interferómetro de Fabry- Perot junto con un diseño de lentes, filtros y polarizadores que permitieron obtener un haz polarizado de la luz emitida por la lámpara de Cadmio que luego de incidir en el Interferómetro se proyectaba como un patrón de anillos en una cámara digital. Al aplicar un campo magnético se

pudo observar el desdoblamiento de estos anillos (asociados al desdoblamiento de los niveles de energía) y con la relación entre los radios de estos anillos se pudo calcular el magnetón de Bohr.

Luego de un tratamiento exhaustivo de los datos obtenidos y teniendo en cuenta las posibles fuentes de error se pudo obtener un resultado satisfactorio del magnetón de Bohr. Teniendo en cuenta la riqueza conceptual que aporta y lo instructivo que resultan las herramientas experimentales usadas se muestra la experiencia con detalle suficiente como para que pueda ser reproducida como trabajo de laboratorio en aquellas carreras que tengan en su diseño curricular la Mecánica Cuántica.

006. Péndulo de torsión: Caracterización de la respuesta a torsión de fibras metálicas y no metálicas

Muñiz Alba Belén¹, Delorenzi Tomás¹, Irazabal Ximena Vanessa¹, Corral Griselda Mónica¹, Bertolotto Jorge Alberto¹

¹ Universidad Nacional de La Pampa (UNLPam), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Departamento de Física

El péndulo de torsión es un instrumento sencillo y versátil que permite caracterizar la respuesta a torsión de materiales, como fibras metálicas y no metálicas. En este trabajo se diseña y construye un dispositivo basado en un modelo de péndulo de torsión. Consiste en un hilo de torsión solidario a un soporte que permite diferentes configuraciones de masas, manteniendo la simetría respecto del eje de giro. El dispositivo se coloca en un habitáculo cerrado para minimizar corrientes de aire y se controla la temperatura ambiente. Se verifica la rigidez y estabilidad del sistema. La longitud del hilo y la masa se ajustan para obtener un período de oscilación adecuado. El coeficiente de torsión es una propiedad del material que relaciona el momento torsor aplicado a la muestra con la deformación angular resultante. Este parámetro se obtiene a partir del período de oscilación del péndulo y las propiedades del hilo de torsión. El módulo de cizalladura es otra propiedad mecánica importante que relaciona el esfuerzo cortante aplicado a un material con la deformación cortante resultante, que se calcula a partir del coeficiente de torsión y las dimensiones de la muestra. El objetivo principal del trabajo es caracterizar la respuesta a la torsión de diferentes tipos de fibras, tanto metálicas como no metálicas. Para ello, se determinan los coeficientes de torsión y módulos de cizalladura de las fibras, comparando sus valores y analizando las diferencias en su comportamiento mecánico. El enfoque experimental permite personalizar el diseño para diferentes tipos de fibras, optimizando la precisión de las mediciones y expandiendo las aplicaciones del instrumento. Este estudio permite obtener información sobre la rigidez torsional, la resistencia al corte y la ductilidad de las fibras, aspectos fundamentales para su aplicación en diversos experimentos.

007. Rotación de Terrel, un punto de encuentro de la óptica y la relatividad especial

Lozano Salica Gastón Abraham¹, Raya Mario Sebastian¹, Diosquez Adad Máximo Aníbal¹

¹ Universidad Nacional de Tucumán (UNT), Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología (FACET)

Durante el estudio de una carrera de grado de Licenciatura en Física, más temprano que tarde uno se encuentra frente a un efecto que no conocía previamente. En la maravilla por descubrir un tema nuevo, inconscientemente olvidamos llevar estos nuevos descubrimientos a los experimentos, ya sean físicos o mentales como los que proponía Einstein con la relatividad especial y general. Resulta interesante intentar realizar estos experimentos mentales con la relatividad especial por lo poco intuitivo que resulta ser el concepto de un tiempo propio y los efectos que esto genera. Entender bajo qué circunstancias se logra medir la contracción de Lorentz, y asimismo entender cómo veríamos un objeto y las implicancias de su velocidad en los efectos ópticos. El objetivo de la presentación mural es justamente plantear cómo sería la observación de un cuerpo que se desplaza a velocidades relativistas cada vez más próximas a la velocidad de la luz. El efecto geométrico que apreciaríamos es conocido como *Rotación de Terrell* o *Efecto Terrell*.

008. Caracterización de los canales de un μ MUX utilizando técnicas de Radio Definida por Software (SDR)

Val Marcos Ezequiel¹, Ciccarella Tomás Alejandro¹, Salum Juan Manuel^{2 3 4}, Fuster Alan Ezequiel^{2 5 4}, Ferreyro Luciano Pablo^{2 5 3 4}, García Reondo Manuel Elías^{2 5 3 4}

¹ Universidad de Buenos Aires (UBA), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN), Departamento de Física

² Instituto de Tecnologías en Detección y Astropartículas (ITeDA)

³ Universidad Nacional de Gral. San Martín (UNSAM)

⁴ Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA)

⁵ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

El proyecto internacional QUBIC (Q & U Bolometric Interferometer for Cosmology) está dedicado a explorar la era inflacionaria del Universo a través de la observación del modo de polarización B del Fondo Cósmico de Microondas (CMB, por sus siglas en inglés). Dado que la intensidad observable de esta señal es muy baja, se requiere de un instrumento extremadamente sensible capaz de leer cadenas de miles de detectores criogénicos. QUBIC es un radio-interferómetro ubicado

en Altos Chorrillos, Provincia de Salta, Argentina cuyo instrumento final espera contar con dos planos focales de 1024 detectores cada uno, con el objetivo de observar el cielo en dos bandas de frecuencias centradas en 150 GHz y 220 GHz.

Durante los últimos cinco años, ITeDA ha estado desarrollando un novedoso detector de baja temperatura y su electrónica de lectura asociada como una propuesta para utilizarse en QUBIC. El detector, denominado Micro-Bolómetros Magnéticos (MMB, por sus siglas en inglés), cuenta con la ventaja de ser no-disipativo, y se estima que tiene niveles de ruido similares a los del estado del arte (alrededor de $5 \times 10^{-17} \text{WHz}^{-1}$). El sistema de lectura propuesto es un multiplexor en frecuencia basado en Dispositivos Superconductores de Interferencia Cuántica de radiofrecuencia (rf-SQUID), conocido como μMUX . Este multiplexor consta de canales que son resonadores superconductores sintonizados a una frecuencia única y acoplados a distintos rf-SQUIDs. Para la lectura de cada detector, que estará acoplado a un canal distinto, se requiere la generación de tonos para excitar cada canal. Para la generación, adquisición y procesamiento de los tonos, ITeDA ha diseñado una electrónica en un esquema de radio definida por software (SDR, por sus siglas en inglés).

Las características finales de los canales en un μMUX dependen en gran medida del proceso de fabricación. Dado que las condiciones de lectura de los canales determinan las características dinámicas de los tonos de lectura y, por ende, de la señal obtenida del detector, este trabajo tiene como objetivo principal la caracterización de los canales de un μMUX . Mediante el desarrollo de algoritmos optimizados se busca localizar cada canal del multiplexor en todo el ancho de banda de trabajo. Una vez hecho esto, a partir del modelo del resonador se realiza un ajuste de los datos para obtener los parámetros característicos del mismo, tal como la frecuencia de resonancia, el ancho de banda, los factores de calidad, entre otros. Con los datos obtenidos, se realiza un análisis del punto óptimo de lectura de los canales, enfocándose en la relación señal a ruido. Como resultado de este trabajo, se logró construir un algoritmo que hace uso de los modelos teóricos de las curvas de resonancia y obtiene los parámetros que las caracterizan, permitiendo encontrar el punto óptimo de lectura de los canales.

009. Aplicaciones didácticas del electromagnetismo: Diseño de un acelerador de esferas

Jofré Álvaro Bautista¹

¹ Universidad Nacional de La Pampa (UNLPam), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN)

El electromagnetismo es una rama, tanto llamativa como compleja, de la física para la cual hay variados experimentos que pueden realizarse con fines didácticos; éstos resultan en una importante herramienta en las materias dedicadas a este tema. En este trabajo presentamos la construcción de un dispositivo capaz de acelerar pequeñas esferas de metal, haciendo uso de la Ley de Ampère. A partir de un circuito de control, este acelerador detecta el paso de las esferas y, en ese instante, hace pasar corriente por una bobina generando un campo magnético que le da un pequeño impulso. Este trabajo se realizó en el marco de una asignatura afín con la ayuda de docentes y estudiantes, con el objetivo de ser presentado en ferias de ciencias dentro y fuera del ámbito académico, y a su vez de dejar un nuevo experimento en dicha asignatura.

010. Promoviendo la Motivación y Competencias Científicas: Análisis Cinemático de un Auto de Juguete en el Aula de Secundaria

Lucero Ana Paula¹, Villegas Myriam Edith¹

¹ Universidad Nacional de San Luis (UNSL), Departamento de Física - INFAP - Facultad de Ciencias Físico, Matemáticas y Naturales

Este trabajo describe una experiencia áulica implementada en cuatro cursos del ciclo básico en dos escuelas locales, con estudiantes entre 14 y 15 años, cuyo objetivo es promover la aplicación de los contenidos a una situación real y mejorar la motivación del alumnado. La experiencia se centró en el análisis del movimiento de un auto de juguete a reacción, con el propósito de describir algunas variables cinemáticas y establecer las bases para el desarrollo de competencias científicas (De Podestá y Furman, 2011). Siguiendo a Furman (2013), quien plantea la necesidad de comprender la ciencia como una moneda de dos caras-una representando el producto (conceptos, teorías, leyes y generalizaciones construidas por la humanidad a lo largo del tiempo) y la otra el proceso (los métodos mediante los cuales se han construido estos conocimientos)-se diseñó una secuencia didáctica que invitaba a los estudiantes a poner en práctica, a nivel escolar, distintas competencias del quehacer científico tales como la observación, descripción, recolección y análisis de datos, y la obtención de conclusiones a partir de los resultados encontrados. El enfoque de este estudio es presentar las actividades propuestas en la secuencia didáctica y los resultados obtenidos, destacando tanto los logros como los obstáculos del aprendizaje de los estudiantes durante su desarrollo.

Referencias De Podestá, M. y Furman, M. (2011). La aventura de enseñar ciencias naturales. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina: Aique Grupo Editor

011. Curso de nivelación en Física en Facultad de Ciencias Bioquímicas y Farmacia: un estudio desde pandemia.

Londero Carolina María¹, Páez Ayelén^{1 2 3}, Alet Analía Inés^{4 2}, Carlucci Renzo^{2 5}

¹ Instituto de Física Rosario (IFIR)

² *Facultad de Ciencias Bioquímicas y Farmacéuticas (FBIOyF)*

³ *Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura (FCEIA), Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura*

⁴ *Consejo de Investigaciones de la Universidad Nacional de Rosario (CIUNR)*

⁵ *Instituto de Química de Rosario CONICET-UNR (IFIR)*

Enseñar física a futuros Bioquímicos, Farmacéuticos, Biotecnólogos y Químicos presenta diversas dificultades, sobre todo respecto a su motivación y la relevancia que le asignan. En 2019 comenzamos la coordinación del curso de nivelación que se dicta en la Facultad de Ciencias Bioquímicas y Farmacéuticas de la UNR, el cual consta de dos etapas (noviembre y febrero). Desde entonces realizamos encuestas para recolectar datos y opiniones de los estudiantes acerca del curso dado y de los conocimientos que incorporaron en su educación secundaria. Debido a la pandemia COVID-19 se presentó además la necesidad de analizar si el dictado virtual de contenidos tuvo un impacto en el proceso de aprendizaje. Por otro lado, para determinar el impacto del curso de nivelación brindado por la universidad, en la etapa de febrero se realiza cada año una actividad diagnóstica antes de comenzar el dictado del curso, la cual se repite al finalizarlo. La encuesta es optativa y anónima, se realiza sobre la población de alumnos ingresantes y recursantes que rinden el primer parcial de Física (2do semestre CBC). En 2019 el porcentaje de desaprobados fue 34,8%, mientras que en 2021 se evidencia un importante aumento al 79,5%. Valor que fue luego disminuyendo, siendo de 53,8% en 2022 y 41,72% en 2023. Al preguntarles que tipo de instancias prefieren para el curso de ingreso, el 90% de los encuestados prefiere presenciales (en aula) o semipresenciales. Esta tendencia sugiere que el dictado virtual podría ser fuente del aumento del porcentaje de desaprobados en 2021. Para determinar la efectividad del curso de nivelación se compararon las notas obtenidas en la actividad diagnóstica al principio y final del curso, la cantidad de inscriptos y asistentes y el porcentaje de deserción. En todos los años de seguimiento, se observa que al inicio del curso la totalidad no alcanzan los contenidos mínimos para "aprobar". Mientras que al finalizar el curso, si bien las notas son más dispares con un pequeño porcentaje de "aprobados", aún la mayoría no alcanza los contenidos mínimos que se consideran necesarios para el inicio de cursado de Física 1. Se destaca que, dentro de la información recolectada en la encuesta, los temas que todos los años afirman no haber visto en secundaria (modelo de la partícula, vectores, mediciones, representaciones gráficas y trigonometría) son abordados en ambas instancias del curso de ingreso con diferente profundidad, y sin embargo coinciden con las respuestas de temas no recordados de dicha instancia. De acuerdo a lo obtenido, se puede observar una dificultad para incorporar conocimientos físico matemáticos, y por lo tanto se abre una posible investigación para optimizar la manera en que se enseñan estos conceptos a estudiantes con perfiles orientados a las ciencias biológicas.

012. Medición de la aceleración de la gravedad utilizando un líquido en rotación.

Beltramini L¹, Bogner A¹, Degiorgio M¹, Minetti M¹, Urteaga R², Vicentin E¹

¹ *Universidad Nacional del Litoral (UNL), Facultad de Ingeniería Química (FIQ)*

² *Instituto de Física del Litoral (IFIS), Universidad Nacional del Litoral (UNL), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)*

El objetivo de este trabajo es obtener el valor de la aceleración de la gravedad g a partir del estudio de un modelo de rotación de un fluido, siendo este un enfoque poco común en comparación con otros métodos tradicionales como el análisis de un péndulo o la caída libre.

El montaje experimental se basa en un recipiente cilíndrico con cierto volumen V de agua, el cual rota con velocidad angular ω , formándose en su superficie una parábola de revolución cuya curvatura depende del valor de g .

En la metodología propuesta, se obtiene el valor deseado a partir del radio del cilindro r , ω y la diferencia de altura Δz entre el punto más bajo z_1 y más alto z_2 de la parábola formada durante la revolución. Para ello, se trabaja con la ecuación que describe la parábola mencionada, proveniente de la aplicación del Teorema General de la Fluidostática. Esta experiencia se realiza con dos recipientes cilíndricos diferentes con el objetivo de corroborar la efectividad del método al cambiar r y V .

De todas las variables involucradas, la medición de las diferentes alturas z_1 y z_2 presenta la mayor dificultad experimental. Esto es debido a que para medir cada z_i , se debe evitar cometer errores de paralaje. Por esta razón, se le agrega al sistema de estudio un espejo detrás del recipiente y paralelo a él. Con esta simple implementación, se logra verificar que la cámara utilizada para registrar los z_i esté horizontal, corroborando que la posición y su reflejo están perfectamente alineados. Verificando esta propiedad en cada z_i se eliminan las posibilidades de distorsionar las dimensiones de interés.

Finalmente, se obtuvo un valor de $g = (9,77 \pm 0,03) \frac{m}{s^2}$ con un error relativo porcentual del 0,3%, siendo este consistente con el valor de $g = 9,79548444 \frac{m}{s^2}$ [1] correspondiente a la ubicación del experimento.

Este resultado no solo evidencia la validez del experimento para determinar la aceleración de la gravedad sino también resalta la posibilidad de realizar buenas mediciones utilizando materiales simples y métodos novedosos dentro de un laboratorio de grado.

[1] Red Argentina de Gravedad Absoluta (RAGA). Instituto Geográfico Nacional. <https://www.ign.gov.ar/NuestrasActividades/Geodesia/Gravimetria/RAGA>

013. Aprendizaje basado en proyectos: Construcción de plataforma motorizada XY compliance impresa en 3D de bajo costo para microscopios ópticos

Lahiton M E G¹, Linares J C¹, Barroso V C¹, Tell L A²

¹ Universidad Nacional de San Luis (UNSL)

² Universidad Nacional de Villa Mercedes (UNViMe)

El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) es una metodología educativa en la que los estudiantes adquieren conocimientos y habilidades a través de la investigación y resolución de problemas reales. Sus características más valiosas incluyen la interdisciplinariedad, el trabajo colaborativo y el desarrollo de habilidades críticas. En este proyecto, se propone el diseño y construcción de una plataforma XY automatizada para micromanipulación en un microscopio óptico. Los aspectos clave del proyecto incluyen: Cinemática de Mecanismos; Teoría de Control de Sistemas; Elasticidad y Flexibilidad en Estructuras; Identificación, Reciclaje y Reutilización de Componentes; Respuesta en Frecuencia de los Sistemas Mecánicos; Interfaz Hombre-Máquina (HMI); y Aplicaciones en Microposicionamiento y Micromanipulación. La plataforma XY ilustra cómo controlar y manipular el movimiento en dos dimensiones utilizando mecanismos impresos en 3D del tipo compliance y motores paso a paso Nema17. La automatización se logra mediante un Arduino Nano 328P y drivers de motores A4988, lo que permite explorar conceptos de programación, electrónica y control de sistemas, como regulación de velocidad, posición y respuesta a entradas manuales mediante un joystick. El diseño compliance de la plataforma permite investigar la elasticidad de los materiales impresos en 3D y su impacto en el comportamiento del sistema. La inclusión de finales de carrera ópticos reciclados de chatarra electrónica refleja un compromiso con la sostenibilidad y la reutilización. El uso de un cable metálico para la transmisión del movimiento, con un acople flexible a los tornillos, resalta el estudio de la respuesta en frecuencia de los sistemas mecánicos. Además, el joystick y botones para el control de la plataforma introducen conceptos de HMI y su relevancia en la interacción con sistemas mecatrónicos. Finalmente, el diseño de la plataforma para micromanipulación resalta la aplicación práctica de estos conceptos en el Laboratorio de Bajas Temperaturas y Desarrollo de Sistemas Microelectromecánicos.

014. Caída libre de un imán: un experimento de bajo costo para laboratorios de enseñanza.

González Gustavo Darío¹, Díaz Cristian Ariel^{1, 2}, Devia Carlos Rubén², Dolz Moira Inés^{1, 2}

¹ Universidad Nacional de San Luis (UNSL)

² Instituto de Física Aplicada (INFAP)

En los últimos años se ha incrementado notablemente el uso de componentes y sensores electrónicos de bajo costo en el área de ciencia experimental. La aparición de productos tales como Arduino ponen al alcance de la mano la electrónica necesaria para adquirir datos de manera flexible mediante microcontroladores programables, necesitando conocimientos básicos sobre programación fácilmente adquiribles. Estas herramientas generan nuevas experticias en el ámbito académico y ofrecen interesantes recursos en la enseñanza media y universitaria.

En este trabajo se propone estudiar experimentalmente, a partir de la caída libre de un imán por un tubo no conductor, el momento magnético del imán y la dependencia de la fem inducida en una bobina con la velocidad de cambio de flujo magnético. Utilizando instrumental de bajo costo y alta resolución, junto con materiales accesibles, se busca realizar un experimento fácilmente replicable en cualquier laboratorio de enseñanza.

015. Enseñanza de la Física en el Pensamiento Projectual: Preferencias y Percepciones de Estudiantes de Arquitectura

Reimers Walter Guillermo¹, Rodríguez Lucas Gastón², Luna Romina¹

¹ Universidad Nacional del Sur (UNS), Dpto. de Física, Universidad Nacional del Sur- IFISUR, CONICET. Av. Alem 1253, Bahía Blanca,

² Universidad Nacional del Sur (UNS), Dpto. de GyT, Universidad Nacional del Sur - CONICET. 12 de Octubre 1198, Bahía Blanca

La enseñanza de la física a estudiantes de arquitectura presenta un desafío y responsabilidad, ya que es importante en el desarrollo de habilidades proyectuales en su futura profesión [1]. En el marco de la cátedra de Física para Arquitectura, dictada en el primer año de la carrera durante el segundo cuatrimestre en la Universidad Nacional del Sur, hemos implementado un enfoque que integra conceptos físicos con el pensamiento proyectual. Este trabajo presenta resultados de una encuesta anónima realizada al final del curso, destinada a evaluar la percepción de los estudiantes sobre la relevancia y atractivo de los temas abordados.

Se realizó una encuesta anónima a los estudiantes, donde se les preguntó qué temas del curso les resultó más atractivo/interesante y cuál les resultó menos atractivo. Los estudiantes podían seleccionar más de una opción en ambas categorías. Los temas evaluados incluyen cinemática, dinámica y estática, fluidos, óptica, trabajo-energía y electricidad. Los resultados se presentan en términos de porcentajes para facilitar su interpretación.

Los resultados muestran que los temas más atractivos para los estudiantes fueron: fluidos (21,8%), dinámica y estática (19,5%), termodinámica (16,1%), electricidad (11,5%), centroide y esfuerzos internos (10,3%), energía (8,0%), cinemática (6,9%) y óptica (5,7%). En contraste, los temas menos atractivos fueron: energía (25,0%), cinemática (21,4%), termodinámica (10,7%), fluidos (10,7%), óptica (10,7%), electricidad (10,7%), centroide y esfuerzos internos (7,1%) y dinámica y estática (3,6%). Cabe notar que hubo un 67% menos de respuestas en la sección de temas menos atractivos en comparación con los temas que sí les gustaron a los estudiantes.

Los resultados muestran una clara preferencia por los temas de fluidos, dinámica y estática, y termodinámica, mientras que temas como energía y cinemática resultaron menos atractivos. Esta tendencia puede explicarse por la conexión directa de estos temas con aplicaciones proyectuales y su relevancia en el área de diseño. La enseñanza de fluidos, por ejemplo, permite a los estudiantes comprender el comportamiento de fluidos en movimiento (e.g. viento) en sistemas de construcción y diseño de estructuras. La dinámica y estática son fundamentales para entender las fuerzas y el equilibrio en las estructuras, conceptos críticos en la arquitectura. Por otro lado, temas como la energía y cinemática, aunque esenciales, pueden parecer menos tangibles para los estudiantes en el contexto de su futura profesión, lo que podría explicar su menor atractivo.

Los resultados de las encuestas destacan la importancia de relacionar los conceptos físicos con aplicaciones prácticas y proyectuales para aumentar el interés y la comprensión de los estudiantes de arquitectura. La preferencia por ciertos temas sugiere la necesidad de ajustar el enfoque didáctico para integrar de manera más efectiva la teoría y la práctica. Inspirándonos en las ideas de Edgar Morin sobre la complejidad, la transmisión del conocimiento y la necesidad de un pensamiento holístico, consideramos esencial integrar el factor humano en la educación [2]. Este enfoque reconoce la interconexión de los diversos saberes y busca fomentar una comprensión más profunda y completa, que va más allá de la mera transmisión de información, promoviendo así un aprendizaje significativo que enriquezca el pensamiento proyectual de los futuros arquitectos. El objetivo es lograr una mayor implicación y motivación de los estudiantes al conectar la física con su campo de estudio. Este enfoque no solo mejora la recepción de los conocimientos, sino que también enriquece el pensamiento proyectual y la creatividad.

Referencias

- [1] L. G. Rodríguez. Acuerdos epistemológicos para el saber proyectual. SI-FADU-UBA , 2022-2023, 2591-5312.
- [2] E. Morin. Los Siete saberes necesarios para la educación del futuro. Unesco. 1999.

FÍSICA MÉDICA

MARTES 17 17:30 - 19:30 hs.

Sala Angelelli

016. Películas de Langmuir-Blodgett de Ácido Palmítico y Albendazol: Caracterización de la Superficie y Evaluación de su Actividad Antitumoral.

Fernandez Luciana¹, Reviglio Ana Lucía¹, Alaniz Gustavo Ariel¹, Liaudat Ana Cecilia², Alustiza Fabrisio³, Cometto Fernando Pablo⁴, Otero Luis¹, Santo Marisa¹

¹ Depto. Física. Depto. Química. Instituto de Investigaciones en Tecnologías Energéticas y Materiales Avanzados, CONICET/UNRC

² Departamento de Biología Molecular, Universidad Nacional de Río Cuarto

³ Grupo de Sanidad Animal, INTA Estación Experimental Agropecuaria Marcos Juárez

⁴ Instituto de Investigaciones en Físico-Química de Córdoba -INFIQC/ CONICET

En este trabajo se presenta la aplicación de películas de Langmuir y Langmuir-Blodgett como reservorios biomiméticos y sistemas de administración de fármacos para investigar el efecto de un antihelmíntico en cultivos de células cancerosas. La utilización de antihelmínticos benzimidazólicos en la terapia contra el cáncer ha ganado atención debido a sus propiedades inhibitorias de los microtúbulos, mostrando efectos anticancerígenos prometedores y propiedades supresoras de tumores. Aunque estos compuestos se utilizan ampliamente en medicina, su baja solubilidad en agua presenta desafíos para estudiar sus efectos en células cancerosas. Esto requiere su incorporación en diversas formulaciones, como por ejemplo a superficies que operen de reservorios para la carga terapéutica y sobre las cuales se puedan cultivar diversas células. Para concretar el estudio se generaron películas de Langmuir-Blodgett de ácido palmítico (AP) y albendazol (ABZ) en diferentes proporciones. Se usaron como soportes sólidos mica, ITO y vidrio. La caracterización de la superficie se llevó a cabo mediante AFM, espectroscopía UV-visible y XPS. Esta última técnica brindó información muy valiosa acerca de la composición de la película. Los resultados indicaron claramente la presencia de ABZ en la superficie generada evidenciado por picos de nitrógeno y sulfuro, los cuales están ausentes en las películas de PA puro. La actividad antitumoral de las superficies fue estudiada usando células Hep G2, se evaluaron tres relaciones de AP/ABZ para determinar el efecto de la concentración de la molécula activa en la superficie generada. Los estudios biológicos comprendieron la determinación de la adhesión y proliferación celular a las 24 y 48 horas, así como ensayos de MTT. Por otra parte, se estudiaron mediante microscopía confocal, los cambios morfológicos y estructurales de las células. El crecimiento celular sobre la película se vio significativamente afectado por la presencia de ABZ en la superficie, mostrando un efecto más marcado en la superficie con mayor concentración de principio activo. Aunque el estudio del mecanismo de incorporación de ABZ por las células Hep G2 es un tema complejo se realizó un estudio indirecto para analizar este aspecto. Se cuantificó la posible liberación de ABZ desde las películas de LB hacia el medio de cultivo celular mediante cromatografía líquida-espectrometría de masas. Los resultados mostraron la presencia de trazas de ABZ en el sobrenadante, menor a 0.05 microM, lo cual está por debajo del límite de solubilidad de ABZ en agua (2.4 microM) y muy por debajo de la concentración que puede producir una inhibición detectable en el cultivo de células Hep G2. Por lo tanto, es posible que la incorporación de ABZ por las células Hep G2 ocurra directamente desde la película de LB en contacto con las células sembradas en la superficie biomimética. Los resultados obtenidos en esta investigación se corresponden con la hipótesis que la ingeniería de biointerfaces puede mejorar la navegación y la eficacia de los portadores de fármacos a través de diversos sistemas de administración de medicamentos y tipos de tejidos.

017. Gestión de Calidad, radioprotección y Niveles de Referencia de Diagnóstico (NRD) en estudios de radiología general y Tomografía (TAC), en centros de salud públicos y privados, de la capital de Catamarca

Roldan Teresita Del Valle¹, Argañanas Enrique¹, Arguello Edgardo¹, Luna Nadia¹, Valdez Nestor Jorge¹, Maltese Pablo¹, Cabrera Mario¹, Rodriguez Cecilia¹

¹ Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Catamarca (FaCEN), Departamento Física

La optimización de los aspectos físicos de los procedimientos de diagnóstico requiere la elaboración de políticas y procedimientos institucionales para el uso seguro y eficaz de las radiaciones ionizantes, la supervisión de procedimientos de Gestión de calidad (GC) de aspectos físicos, control de calidad (CC) y de Radioprotección. Para lo cual es necesario, conocer, evaluar y actualizar los procedimientos técnicos para el Control de calidad, por un lado, de los equipos emisores de radiación ionizante, y por otro las dosis recibidas por el personal ocupacionalmente expuesto, el público en general

y protección de pacientes sometidos a estos estudios. Siguiendo detalladamente los procedimientos para la evaluación y el control de la calidad de los equipos de radiología analógica y digital de radiodiagnóstico, así como de la tomografía computada, presentados en el documento de la Organización Internacional de Energía Atómica (OIEA), IAEA TECDOC 1958: Protocolos de control de calidad para radiodiagnóstico en América Latina y el Caribe del año 2021, se desarrollará y ejecutará un Programa de gestión de calidad, para verificar, ajustar y aceptar los niveles de referencia iniciales de los parámetros de calidad óptima de la imagen diagnóstica de RX y el estado de referencia inicial del/los equipos de diagnóstico (RG y TC) de los servicios de salud de gestión pública y privada participantes. Ello comprende el desarrollo y ejecución del Control de Calidad (CC) y las mediciones de parámetros físicos de interés, de las unidades de rayos X, el equipo conexo de visualización de imágenes y de de TC. Se elaborará un registro de todos los datos y resultados obtenidos de cada uno de los centros de salud participantes, protegiendo sus identidades. Finalmente tomando como base el documento de la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP) N° 135, Niveles de Referencia Diagnóstico en Imágenes Médicas, del año 2017, se calcularán las dosis individuales de los pacientes, sometidos a estudios de tórax y columna lumbar, se establecerán las tolerancias y formularán las valoraciones sobre los datos obtenidos. A partir de estos valores de dosis de los pacientes se establecerán Niveles de Referencia Diagnósticos (NRD) y se verificará su conformidad con NRDs recomendados en las reglamentaciones nacionales o internacionales.

018. Sincronización de baja latencia entre estímulos sensoriales y registros de electroencefalografía

Poliak Matias Manuel¹, Derudder Andres Conrado¹

¹ *Laboratorio de Conciencia, Cultura y Complejidad*

La electroencefalografía (EEG) es una de las técnicas más utilizadas para el estudio no-invasivo de la actividad cerebral. Si bien los primeros registros de EEG fueron obtenidos a comienzos del siglo XX por el neurofisiólogo alemán Hans Berger, su uso en medicina y neurociencias comenzó a consolidarse varias décadas después, principalmente a los desafíos computacionales involucrados en el procesamiento y análisis de sus señales. La EEG se basa en registrar potenciales eléctricos en el cuero cabelludo, los cuales se originan de la actividad sincronizada de grandes conjuntos de neuronas. El proceso subyacente a la generación de un potencial de acción en una célula involucra el flujo de iones dentro y fuera de la membrana celular; estas corrientes generan a su vez corrientes secundarias de desplazamiento las cuales, sumadas sobre poblaciones macroscópicas de neuronas, resultan en señales débiles (del orden de microvolts) pero medibles sobre la superficie de la cabeza.

El análisis de las señales de EEG es rutinario para distintos diagnósticos en neurología y también se utiliza en neurociencias para inferir los procesos cognitivos subyacentes a distintas tareas experimentales. Uno de los métodos de análisis más comunes de EEG se denomina análisis de potenciales evocados por eventos (ERP, por sus siglas en inglés); este método consiste en extraer las señales de EEG inmediatamente antes y después de un evento de interés y promediar las mismas sobre todas las repeticiones de dicho evento. Por ejemplo, si se utiliza un destello de luz como el evento, será posible evidenciar en la actividad promedio anterior y posterior al EEG el denominado ERP visual, que consta de una serie de picos en valores de latencia bien establecidos. Los ERP permiten investigar las funciones cognitivas subyacentes ya que muestran perfiles específicos a cada una de ellas, y además pueden modularse por el desempeño de los sujetos en la tarea, entre otros factores.

Uno de los problemas más relevantes a la hora de computar ERP es la sincronización que existe entre los eventos y el registro de EEG. Típicamente existen dos maneras de realizar dicha sincronización. La primera consiste en enviar los marcadores al archivo que recibe los registros de las señales adquiridas por el EEG y la segunda es enviar los marcadores directamente al hardware del dispositivo. Si bien el segundo método de sincronización muestra generalmente una menor latencia que el primero, ambos se ven influenciados por retrasos asociados al software que involucran (entre otros) la priorización de procesos en sistemas operativos multitarea, sobre la cual el experimentador tiene poco control. Por lo tanto, si un sujeto experimental es presentado con un estímulo a tiempo, el marcador correspondiente se encontrará indicado en un tiempo, donde el investigador desconoce el valor de la fluctuación de retardo (, también conocida en inglés como jitter). Debido a que la alineación de los segmentos de señal promediados es relevante a la hora de calcular un ERP, esta imprecisión puede resultar en una mayor variabilidad de los potenciales evocados estimados, oscureciendo potenciales diferencias estadísticamente significativas entre condiciones, o incluso imposibilitando la detección de picos en el potencial evocado si los mismos son muy sensibles al jitter.

En este proyecto de Laboratorio 6 y 7, se implementaron dos sistemas para optimizar la reducción del jitter en estímulos auditivos y visuales, basados en la conexión directa de las señales presentadas al sujeto con el amplificador del dispositivo de EEG. Luego, se realizó una caracterización de los errores y una comparación de distintos potenciales evocados obtenidos con distintos métodos de sincronización. Por último, se aplicaron los métodos desarrollados a un paradigma experimental en curso.

019. Propiedades magnéticas de nanopartículas de ferrita de zinc para aplicaciones de hipertermia.

Villafañe Gastón¹, Vasquez Mansilla Marcelo^{1 2}

¹ Instituto Balseiro (IB)

² Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA)

La hipertermia magnética es una terapia de tratamiento oncológico basada en la utilización de Nanopartículas magnéticas sometidas a campos magnéticos alternos con el fin de elevar la temperatura del medio en el que se encuentran. Con esto se busca eliminar células tumorales de forma localizada [2]. A la capacidad de disipación de la energía suministrada por un campo magnético se la denomina índice de absorción específico o SAR. En este trabajo estudiamos la hipertermia de un ferro fluido con el objetivo de caracterizar la eficacia del mismo para elevar su temperatura. Para optimizar el proceso de hipertermia, se sintetizaron Nps de ferrita de zinc ($Zn_xFe_{3-x}O_4$), ya que está probado que la adición del zinc a la estructura de la ferrita permite disminuir la anisotropía (K) [1]. Debido a que la dependencia de los tiempos de relajación de las nanopartículas tienen una tendencia exponencial que crece con exponente KV, la disminución de la anisotropía nos permite aumentar un poco más el volumen de las nanopartículas conservando el mismo tiempo de relajación. Un mayor tamaño nos permite tener más momento magnético por partícula y, por lo tanto, más respuesta a los estímulos magnéticos. La preparación de las nanopartículas fue a través de una síntesis química de descomposición térmica. Se realizaron múltiples mediciones, tanto de las propiedades magnéticas como de forma y composición. Se obtuvo la temperatura de bloqueo, los tiempos de relajación y la frecuencia óptima de los campos con la cual obtener el mayor SAR. Las nanopartículas resultaron ser mucho más efectivas para calentar el entorno cuando se encontraban en una suspensión líquida que en una matriz sólida, lo cual nos da información del medio en el que podrían utilizarse durante su aplicación. La caracterización de nanomateriales permite un acercamiento a la aplicación efectiva de los métodos estudiados, no solo en el campo de la medicina, sino también en el medioambiental. Con este trabajo se buscó mejorar una técnica ya conocida variando un poco la composición de las nanopartículas sintetizadas.

[1] Adrielle Aparecida de Almeida. Hipertermia de fluido magnético en Nanopartículas de ferrita de zinc y manganeso: El mecanismo de relajación dominante. PhD thesis, Laboratorio de Resonancias Magnéticas, Centro Atómico Bariloche, Instituto Balseiro, Universidad Nacional de Cuyo, Comisión Nacional de Energía Atómica, Argentina, Enero 2021.

[2] J. L. Dorman, D. Fiorani, and E. Tronc. Magnetic relaxation in fine-particle systems. John Wiley and Sons, Inc., 1997. ISBN 0-471-16285-X.

[3] Enio Lima Jr., Emilio De Biasi, Roberto D. Zysler, Marcelo Vasquez Mansilla, Mary L. Mojica-Pisciotti, Teobaldo E. Torres, M. Pilar Calatayud, C. Marquina, M. Ricardo Ibarra, and Gerardo F. Goya. Relaxation time diagram for identifying heat generation mechanisms in magnetic fluid hyperthermia. *Journal of Nanoparticle Research*, 16(2791), 2014. doi: 10.1007/s11051-014-2791-6. Received: 3 September 2014 / Accepted: 1 December 2014.

[4] M. Knobel, W. C. Nunes, L. M. Socolovsky, E. De Biasi, J. M. Vargas, and J. C. Denardin. Superparamagnetism and other magnetic features in granular materials: A review on ideal and real systems. *Journal of Nanoscience and Nanotechnology*, 8:2836–2857, 2008.

[5] Marco Antonio Morales Ovalle. Optimización del tamaño de nanopartículas magnéticas de mfn_2o_4 para aplicaciones conjuntas de hipertermia y producción de radicales libres en terapias oncológicas. Master's thesis, Resonancias Magnéticas, Centro Atómico Bariloche, Instituto Balseiro, Universidad Nacional de Cuyo, Comisión Nacional de Energía Atómica, Argentina, Febrero 2021.

[6] R.E. Rosensweig. Heating magnetic fluid with alternating magnetic field. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, 252:370–374, 2002.

020. Radiosensibilización con nanopartículas de oro en tratamientos de cáncer

Cobos Débora B.¹, Olguin Osvaldo R.¹, Mugetti Paula D.¹, Rizzotto Marcos G.¹

¹ Universidad Nacional de San Luis (UNSL), Facultad de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales (FCFMyN), Instituto de Matemática Aplicada San Luis (IMASL), Departamento de Física

En los tratamientos radioterapéuticos contra el cáncer, las nanopartículas (NP) de alto número atómico han demostrado ser potentes radiosensibilizadores mediante rayos X. Estas NP amplifican el daño biológico en las células cancerosas, mejorando el índice radioterapéutico. En este estudio, analizamos la respuesta a la radiación utilizando nanopartículas de oro (AuNP) en diferentes líneas tumorales. Ajustamos un modelo lineal cuadrático (LQ) para evaluar el Factor de Mejora de la Radiosensibilidad (REF). Los resultados indican que nuestro modelo, a pesar de su simplicidad, proporciona resultados óptimos y elimina la necesidad de cálculos posteriores al ajuste. Este trabajo contribuye al avance en la comprensión de la radiosensibilización con AuNP y puede tener implicaciones importantes en la mejora de la eficacia de la radioterapia en pacientes con cáncer. Si necesitas más detalles o alguna aclaración, no dudes en preguntar.

021. Medición indirecta de Espectros de Electrones de Aceleradores Lineales mediante Redes Neuronales

Torres Díaz Jorge¹, Gómez Ávila Jenny², Grad Gabriela², Vega Leonor³, Bonzi Edgardo²

¹ Pontificia Universidad Católica Madre y Maestra (PUCMM)

² Facultad de Matemática, Astronomía, Física y Computación - UNC

³ RAO, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales-UNC

En este estudio, presentamos una metodología innovadora que utiliza redes neuronales para resolver sistemas de ecuaciones lineales mal condicionados, permitiendo así la medición indirecta de espectros de electrones de aceleradores lineales (LINAC) a partir de curvas de dosis porcentuales de profundidad (PDD). Este enfoque es esencial en la planificación de tratamientos de radioterapia, particularmente en técnicas emergentes como la radioterapia electrónica intraoperatoria (IOERT) y las técnicas FLASH.

Históricamente, la distribución de dosis en radioterapia con haz de electrones ha recibido menos atención comparada con la de fotones, debido a la limitada gama de electrones en los tejidos. Sin embargo, con el creciente uso de IOERT y técnicas similares, la caracterización precisa del espectro de electrones es cada vez más crucial.

Existen dos métodos principales para medir los espectros de energía de los electrones: la medición directa y la indirecta. La medición directa, aunque precisa, es costosa y requiere equipos especializados como espectroscopios electrónicos y espectrómetros magnéticos. Por otro lado, la medición indirecta, basada en la reconstrucción inversa a partir de datos PDD, es más accesible y práctica para entornos clínicos.

En nuestro estudio, adaptamos una metodología previamente utilizada para determinar espectros de fotones LINAC, aplicándola a la medición de espectros de electrones. Utilizando redes neuronales, logramos reconstruir los espectros de electrones para energías de 4, 6 y 9 MeV de un LINAC marca Elekta. Los resultados muestran una alta precisión en la reconstrucción de los espectros evidenciando la eficacia del método propuesto.

Esta metodología no solo facilita la obtención de espectros de electrones de manera eficiente y precisa, sino que también promueve avances significativos en la optimización y planificación de tratamientos de radioterapia, contribuyendo así a mejorar la seguridad y efectividad de estos procedimientos.

022. ¿Es posible determinar la concentración óptima de las nanopartículas de óxido de hafnio ((NBTXR3) como radiosensibilizante en diferentes líneas tumorales?

Mugetti Paula Diamela¹, Olguín Osvaldo Roberto¹, Cobos Débora Belén¹, Rizzotto Marcos Gregorio¹

¹ IMASL – Instituto de Matemática Aplicada San Luis Departamento de Física Universidad Nacional de San Luis – Consejo Nacional de

En este estudio, se investiga un enfoque alternativo para evaluar el efecto radiobiológico de las nanopartículas de hafnio (HfNP) mediante el Factor de Mejora de Dosis (DEF). Se emplean los parámetros de radiosensibilidad del modelo Lineal Cuadrático (LQ) en condiciones con y sin HfNP como radiosensibilizantes en diversas líneas celulares cancerígenas. Se comparan los ajustes de la Fracción de Sobrevida (SF) utilizando el modelo LQ y se contrastan con los resultados obtenidos por otros autores, quienes emplean una metodología diferente para calcular el parámetro DEF. Nuestro método demuestra resultados aceptables al aplicar un único conjunto de parámetros de ajuste para los datos de irradiación con y sin HfNP. Además, se presenta el porcentaje de reducción de dosis al utilizar la irradiación con HfNP.

023. Niveles de 25-hidroxivitamina D y hábitos de exposición solar: estimación de la dosis UV en una muestra comunitaria

Tomás K Z¹, Massa E², Diab M², Imhoff M², Rodríguez T^{3 4}, Pietrella V¹, Mateo F⁵, López-padilla G⁶, Fisanotti A⁷, D'attilio L², Díaz A², Mussi M⁷, Lóoi S⁸, Bongiovanni B², Ipiña A⁵

¹ Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura (FCEIA), Universidad Nacional de Rosario (UNR)

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Universidad Nacional de Rosario (UNR), Instituto de Inmunología Clínica y Experimental de Rosario Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas

³ Centro de Investigación e Innovación en Tecnologías de la Información y Comunicación (INFOTEC)

⁴ Consejo Nacional de Humanidades, Ciencia y Tecnología (CONAHCYT)

⁵ Instituto de Física Rosario (IFIR), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Universidad Nacional de Rosario (UNR)

⁶ Investigador independiente

⁷ Facultad de Ciencias Médicas (FCM), Universidad Nacional de Rosario (UNR)

⁸ Universidad Nacional de Rosario (UNR), Facultad de Ciencias Bioquímicas y Farmacéuticas

La 25-hidroxivitamina D [25(OH)D], llamada comúnmente vitamina D, participa en funciones esenciales para la salud del cuerpo humano, su principal fuente de obtención es a través de la exposición solar de la piel. En las últimas décadas, los niveles deficientes de esta vitamina se han asociado a la reducción de las actividades al aire libre y a la protección excesiva del sol. La relación entre la radiación solar ultravioleta (UV) y las concentraciones de 25(OH)D ha sido poco estudiada en poblaciones del hemisferio sur. En este trabajo se desarrolló un método basado en mediciones de radiación solar global (GHI) para determinar la radiación UV efectiva para la síntesis de vitamina D en la ciudad de Rosario, Argentina.

Los máximos diarios de GHI considerando todas las condiciones de cielo, fueron de 1150 y $86 \frac{W}{m^2}$ en verano e invierno, respectivamente. La 25(OH)D en suero sanguíneo se midió en una muestra de 50 habitantes de una comuna a lo largo del periodo junio 2022 - noviembre 2023, obteniendo un promedio de $(16 \pm 5) \frac{ng}{mL}$ posterior al mes de mínima intensidad solar. Paralelamente se recopilaron los datos de edad, peso, altura, fototipo y hábitos de exposición al sol, necesarios para calcular la dosis estándar de vitamina D (SDD) por persona a partir de la radiación solar UV recibida. Se presenta un análisis de las concentraciones de la 25(OH)D y las SDD estimadas. Los resultados muestran que para mantener niveles óptimos de 25(OH)D, la energía UV procedente de la radiación solar en esta región es suficiente, sin embargo se requiere de tiempos de exposición más prolongados particularmente en invierno. En latitudes medias es factible alcanzar las SDD aumentando la frecuencia y el área de exposición.

024. Cuantificación anisotrópica del espacio extra-axonal en fantasmas de materia blanca mediante MRI ponderada por difusión

Gatto Maximiliano¹, Kuffer Martín^{1 2 3}, Pereyra Aponte Francisco V.¹, Álvarez Gonzalo A.^{1 2 3}

¹ Instituto Balseiro (IB), CNEA, Universidad Nacional de Cuyo, S. C. de Bariloche, 8400, Argentina

² Centro Atómico Bariloche (CAB), CONICET, CNEA, S. C. de Bariloche, 8400, Argentina

³ Instituto de Nanociencia y Nanotecnología (INN), CNEA, CONICET, S. C. de Bariloche, 8400, Argentina

Obtener información precisa de la microestructura cerebral abre nuevas posibilidades para diagnósticos más tempranos y tratamientos más efectivos. Este trabajo presenta una metodología para caracterizar la difusión extra-axonal en diversas direcciones del espacio utilizando un fantoma de materia blanca. Empleando espines nucleares de 1/2 de las moléculas de agua, cuantificamos el espacio extra-axonal en direcciones arbitrarias, proporcionando información sobre el eje principal del tracto axonal y los parámetros asociados a la anisotropía de la difusión molecular. Utilizamos la secuencia Non-uniform Oscillating Gradient Spin Echo (NOGSE) para obtener imágenes del fantoma y comparamos su sensibilidad con secuencias de modulación uniforme de gradientes. Los resultados muestran que la secuencia NOGSE, junto con diversos modelos de difusión, permite obtener información cuantitativa sobre la restricción en el espacio extra-axonal según la dirección de difusión. Este enfoque es especialmente valioso para sistemas con orientaciones axonales complejas y futuras aplicaciones clínicas, proporcionando información detallada sobre la microestructura del tejido cerebral.

025. Medición del tiempo de ruptura de la lágrima para evaluar la condición de ojo seco.

Pérez Albert A S¹, Foss G¹, Issolio L^{2 1 3}, Corregidor D^{1 3}

¹ Universidad Nacional de Tucumán (UNT), Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología (FACET)

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

³ Instituto de Investigación en Luz, Ambiente y Visión (ILAV)

La calidad óptica del ojo se encuentra determinada por la difusión intraocular y las aberraciones ópticas [1]. La difusión intraocular es un proceso donde parte de la luz que entra al ojo se desvía de su trayectoria por la presencia de inhomogeneidades en los medios oculares, formando un velo luminoso que reduce el contraste de la imagen retiniana y la claridad percibida. Por otra parte, el sistema óptico del ojo también presenta errores refractivos que generan aberraciones en la imagen. La combinación de difusión y aberraciones contribuye a empobrecer la llamada calidad visual del ojo. En este trabajo se desarrolla un método para cuantificar el tiempo de ruptura de la película lagrimal (TRL) de un ojo como índice para caracterizar la condición de "ojo seco".

La propuesta se basa en la medición de la calidad de la imagen retiniana por medio del método de doble paso (DP). En el mismo, una cámara de alta sensibilidad recoge la imagen de una fuente de luz puntual que atraviesa el ojo hasta la retina en un primer paso, luego, el fondo ocular refleja un haz de muy baja intensidad que realiza su segundo paso a través del ojo hasta salir del mismo [2]. A partir de la deconvolución de la imagen de DP se determina la función de punto extendido PSF (del inglés Point Spread Function) que integra las componentes de aberraciones y difusión describiendo la respuesta espacial de la degradación de la imagen en el ojo. A su vez se puede obtener la Función de Transferencia de Modulación (MTF) aplicando una transformación de Fourier sobre la PSF, que representa la respuesta del ojo en el espacio de las frecuencias espaciales. Como la difusión en un ojo depende fuertemente de la calidad de la película lagrimal, primer medio óptico con el que se encuentra la luz al llegar al ojo, su ruptura produce una notoria reducción de la calidad visual en las personas.

Se registraron secuencias de imágenes de doble paso a partir de las que se obtuvieron una serie de valores de FDSI (Frequency Domain Scatter Index) [3-4] que es un indicador de la difusión intraocular que se calcula a partir de las MTF y que tiene la propiedad de ser independiente de las aberraciones por lo que describe solamente la difusión intraocular. Como resultado se presentan secuencias temporales de FDSI de personas sin ojo seco y de personas en las que se simula el ojo seco por medio del uso de lentes de contacto y, a través de un modelo sigmoidal, se estiman parámetros que dan cuenta del TRL.

[1] Díaz-Doutón F, Benito A, Pujol J, Arjona M, Güell JL, Artal P. Comparison of the retinal image quality with a

Hartmann-Shack wavefront sensor and a double-pass instrument. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2006.

[2] Santamaría, J., Artal, P., Bescos, J (1987) "Determination of the point-spread function of human eyes using a hybrid optical-digital method". J. Opt. Soc. Am. A., 4, pp.

[3] Martínez-Roda J., García-Guerra C., Díaz-Douton F., Pujol J., Salvador A. and Vilaseca M. Quantification of forward scattering based on the analysis of double-pass images in the frequency domain. Acta Ophthalmologica, 97(7), 1019-1026, 2019.

[4] Sánchez R, García-Guerra C, Martínez-Roda J, de Paul A, Issolio L, Pujol J. "Implementation of the Frequency Scatter Index in clinical commercially available double-pass systems". Current Eye Research. (2021b).

026. Efecto de campo magnético intenso en trayectorias de protones de interés para radioterapia

Gayol Amiel^{2 1}, Pérez Pedro^{2 1}, Scarinci Ignacio^{2 1}, Valente Mauro^{2 3}

¹ Instituto de Física E. Gaviola, IFEG, CONICET, Córdoba, Argentina.

² Laboratorio de Investigación e Instrumentación en Física Aplicada a la Medicina e Imágenes por Rayos X, LIIFAMIRX, FAMAFA, UNC.

³ Centro de excelencia en Física e Ingeniería en Salud, CFIS & Departamento de Ciencias Físicas, UFRO, Temuco, Chile.

En los últimos años la incorporación de imágenes por resonancia magnética (MRI) como modalidad de guía en tratamientos clínicos ha sido extensamente estudiada, demostrando un rendimiento prometedor en el campo de la radioterapia guiada por imágenes de alta precisión (MRgRT). Por su parte, la terapia con haces de protones (PBT) emerge como una modalidad terapéutica de creciente relevancia, con un aumento diario en la cantidad de estudios y centros especializados dedicados a ella. Esta técnica ofrece una cobertura dosimétrica más precisa al tejido tumoral, al mismo tiempo que reduce significativamente el daño a células y órganos sanos circundantes. Dentro de este marco, es de particular interés el potencial desarrollo de un equipo híbrido que combine las ventajas en precisión del tratamiento de la MRgRT con la efectividad en la conformación de dosis de la PBT, dado el beneficio significativo que podría ofrecer un enfoque de tratamiento de esta naturaleza. La presencia de intensos campos magnéticos afecta al campo de radiación ionizante, ya que la fuerza de Lorentz actúa sobre la trayectoria de las partículas cargadas, causando consecuentemente variaciones en la fluencia así como en las distribuciones espaciales de dosis. Por lo cual, uno de los desafíos clave en este escenario es el estudio preciso del acoplamiento entre el campo magnético del sistema de MRI con las partículas cargadas, tanto primarias como secundarias, del haz ionizante. Así mismo, considerando que este último se propaga en un medio dispersor, el carácter estocástico de las interacciones de la radiación con la materia aumenta considerablemente la dificultad del cálculo analítico del proceso de transporte.

En este contexto, el presente trabajo propone y describe una metodología para caracterizar, mediante técnicas analíticas y numéricas, el efecto de intensos campos magnéticos sobre la trayectoria de protones, propagándose en vacío y en medios materiales típicamente presentes en situaciones de radioterapia. Se modelan haces de protones con diferentes energías propagándose en aire o vacío, inmersos en campos magnéticos intensos y uniformes en el rango 0.25 T - 3 T (valores típicos para MRI) utilizando subrutinas de desarrollo propio basadas en códigos de simulación Monte Carlo (MC). Se obtienen los radios de curvatura en vacío y la trayectoria en medios de baja densidad, como aire, para protones en rango energético de protonterapia; evidenciándose notables acuerdos entre el modelo de simulación MC y el formalismo analítico.

027. Modelo computacional para dosimetría a nivel celular: Aplicación preliminar a Staphylococcus Aureus

Ribó Montenovó Clara¹, Valente Mauro^{2 1}, Salinas Domján Carolina^{2 1}, Romero Marcelo Ricardo^{3 4}

¹ Universidad Nacional de Córdoba (UNC), Facultad de Matemática Astronomía, Física y Computación (FAMAFA)

² Instituto de Física Enrique Gaviola (IFEG)

³ Facultad de Ciencias Químicas (FCQ)

⁴ Instituto de Investigación y Desarrollo en Ingeniería de Procesos y Química Aplicada (IPQA), Instituto de Investigación y Desarrollo en Ingeniería de Procesos y Química Aplicada, IPQA-CONICET, Córdoba, Argentina

La dosimetría de radiaciones ionizantes representa una herramienta crucial para la implementación y control de calidad de procedimientos biomédicos, ya que permite caracterizar y cuantificar los efectos sobre los sistemas irradiados, desde instrumental, muestras de estudio y hasta pacientes humanos. En este contexto, existen diferentes abordajes para el desarrollo de sistemas dosimétricos, algunos destinados a poner en evidencia los fenómenos físicos, químicos, físico-químicos; y algunos inclusive los fenómenos a nivel biológico, lo que constituye la base de la dosimetría biológica de radiaciones ionizantes. El presente trabajo reporta los lineamientos generales sobre el desarrollo de una herramienta computacional, basada en simulaciones de tipo Monte Carlo, para caracterizar los efectos físicos primordiales -deposición de energía- por parte de haces terapéuticos de radiaciones ionizantes sobre sistemas celulares sencillos, como dosímetros biológicos bacterianos. A modo de ejemplo, se reportan los resultados logrados para el sistema dosimétrico innovador, de reciente desarrollo [1], basado en dosimetría de matriz de gel infundida con Staphylococcus Aureus. Por último, se describe el modelo para contemplar variaciones térmicas asociadas a la integración de la radioterapia con radiosensibilización por hipertermia,

abriendo toda una nueva fase de investigación.

028. Optimización de Simulaciones de Detectores de Rayos X mediante la Simplificación de Modelos: Un Estudio Comparativo con Mediciones Experimentales

Martín Nicolás E.^{1 2}, Pérez Pedro^{1 2}, Scarinci Ignacio^{1 2}, Sofo Haro Miguel^{2 3}, Valente Mauro^{5 1 4}

¹ Facultad de Matemática Astronomía, Física y Computación (FAMAF)

² Instituto de Física Enrique Gaviola (IFEG)

³ Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Reactor Nuclear RA0, Universidad Nacional de Córdoba

⁴ Universidad de la Frontera (UFRO), Centro de Excelencia de Física e Ingeniería en Medicina, CFIS y Depto. de Ciencias Físicas

⁵ Centro de Excelencia en Física e Ingeniería en Salud (CFIS), & Depto. Ciencias Físicas, Temuco, Chile

La simulación de sistemas físicos, como la interacción de la radiación con diversos materiales y objetos, es un componente crucial en una amplia gama de disciplinas científicas, incluyendo la investigación en física, el diseño de equipos médicos y la garantía de seguridad en la industria nuclear. Sin embargo, estas simulaciones pueden ser altamente demandantes en términos computacionales, y consumir mucho tiempo debido a la complejidad de los procesos físicos involucrados. La simplificación de estas simulaciones es esencial para mitigar los costos computacionales y reducir el tiempo necesario para obtener resultados precisos y confiables. La simplificación implica reducir la complejidad del modelo físico sin comprometer la exactitud de los resultados. Esto se puede lograr eliminando detalles redundantes o simplificando los algoritmos utilizados para simular los procesos físicos. Estas estrategias pueden reducir significativamente la carga computacional necesaria para ejecutar la simulación, lo que a su vez conlleva a una reducción del tiempo de finalización. En el contexto específico de la simulación de un detector espectrómetro de CdTe de Amptek [1], la simplificación puede implicar la reducción del número de partículas simuladas, la simplificación de los modelos de interacción radiación-material, o incluso la exclusión de componentes específicos del detector y sus materiales constituyentes, como el colimador. Estas simplificaciones permiten obtener resultados representativos con una fracción del tiempo y los recursos computacionales que de otra manera serían necesarios, resultando en un proceso más eficiente y rentable. Además, la simplificación de la simulación no solo reduce los costos computacionales y el tiempo de ejecución, sino que también facilita la interpretación de los resultados y la identificación de tendencias clave. En este trabajo, se eliminaron componentes innecesarios o se simplificó su representación para reducir significativamente la carga computacional y el tiempo de ejecución de la simulación, resultando en estudios más rápidos y económicos. Específicamente, se llevó a cabo una comparación de los resultados obtenidos al simular mediante técnicas Monte Carlo [2], un proceso de fluorescencia de rayos X en una muestra, considerando el detector completo Amptek 100CdTe [3], incluyendo el colimador, versus tener el cristal sensible virtualmente colimado en base al ángulo de impacto de los fotones. Adicionalmente, se realizaron mediciones experimentales de resoluciones utilizando diferentes colimadores y factores de distancia para comparación, validando aún más los resultados de la simulación y demostrando la aplicabilidad práctica de las estrategias de simplificación.

[1] AMPTEK Inc. (2021). XR-123 User Manual. Retrieved from <https://www.amptek.com> [2] NEA. PENELOPE 2018: A code system for Monte Carlo simulation of electron and photon transport: Workshop Proceedings, OECD Publishing, 2019. [3] N. E. Martín, M. Sofo Haro, M. Valente. Caracterización de la respuesta del espectrómetro AMPTEK XR-100-CdTe mediante simulación Monte Carlo con el código PENELOPE. Anales AFA. Vol. 33, 2022

FÍSICA ATÓMICA Y MOLECULAR

MARTES 17 17:30 - 19:30 hs.

Sala Angelelli

029. Secciones eficaces diferenciales para ionización simple de agua líquida y gaseosa por impacto de electrones veloces

De Sanctis M L¹, Politis M F², Vuilleumier R³, Fojón O A¹

¹ Instituto de Física Rosario (CONICET-UNR)-Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura (UNR)

² Laboratoire Analyse et Modélisation pour la Biologie et l'Environnement, Evry, France

³ Laboratoire Ecole Normale Supérieure, Paris, France

Analizamos teóricamente la ionización simple de moléculas de agua líquida y gaseosa por impacto de electrones veloces. El problema de la ionización por impacto de partículas cargadas requiere un tratamiento complejo debido a que en el canal final se tienen tres o más partículas que interactúan a grandes distancias a través de potenciales Coulombianos lo cual requiere satisfacer las correctas condiciones asintóticas del problema. Además, en el caso de blancos moleculares se debe tener en cuenta la naturaleza multicéntrica de los mismos. En consecuencia, para obtener los observables de la reacción, esto es, las secciones eficaces diferenciales de dispersión, es necesario recurrir a aproximaciones. Mediante nuestro modelo perturbativo de primer orden, previamente aplicado satisfactoriamente para la ionización de moléculas de agua en estado líquido [1-3], realizamos el estudio para el caso de moléculas en estado gaseoso así como una comparación entre ambas fases. Los orbitales moleculares iniciales se representan a través de un formalismo de Wannier para el agua líquida y mediante funciones de tipo gaussianas para el gas. Obtenemos así los observables de la reacción y encontramos acuerdos con datos previos tanto experimentales como teóricos [4-6].

[1] M.L. de Sanctis et al, J. Phys. B 45 (2012) 045206

[2] M.L. de Sanctis et al, J. Phys. B 48 0155201 (2015)

[3] M.L. de Sanctis et al, J. Phys.: Conf. Ser. 583, 012023 (2015); Eur. Phys. J.D 48 125 (2017)

[4] X. Ren et al, Phys. Rev. A 95 022701 (2017)

[5] E. Acebal et al, Phys. Rev. A 98 012703 (2018)

[6] M. Gong et al 2018 Phys Rev. A 98 042710

030. Teoría dependiente del tiempo de reconstrucción de batidos de attosegundos por interferencia de transiciones multifotónicas

Ocello Matias L.¹, López Sebastián D.², Barlari Martín¹, Arbó Diego G.^{1 3}

¹ Instituto de Astronomía y Física del Espacio (IAFE)

² Instituto de Investigación en Energías No Convencionales (INENCO)

³ Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN), Ciclo Básico Común, Universidad de Buenos Aires

La fotoionización es uno de los procesos fundamentales de la interacción luz-materia en el que la absorción de fotones inicia el escape de electrones. En esta línea, la observación y control de los pulsos de attosegundo, junto al desarrollo de pulsos láser de pocos ciclos, han abierto un nuevo campo de investigación denominado **física del attosegundo** ($1 \text{ as} = 10^{-18} \text{ s}$), la cual constituye una herramienta robusta para la medición ultrarrápida [1,2]. La física del attosegundo tiene como objetivo comprender el movimiento de los electrones a escalas atómicas, persiguiendo no solo la observación en tiempo real del movimiento electrónico en átomos, moléculas, sólidos y plasmas, sino también buscando el control directo del movimiento. Precisamente, la Academia Real Sueca ha reconocido al campo de la **física del attosegundo** con el **Premio Nobel de Física 2023**. El galardón fue otorgado de manera conjunta a Pierre Agostini, Ferenc Krausz, y Anne L'Huillier "por los métodos experimentales que generan pulsos de luz de attosegundos para el estudio de la dinámica de los electrones en la materia".

Los retardos de tiempo en la ionización atómica por encima del umbral generalmente se exploran experimentalmente a través de la técnica de bombeo-sondeo (pump-probe) de reconstrucción del pulso de attosegundos mediante interferencia de dos fotones: RABBIT (*Reconstruction of Attosecond harmonic Beating By Interference of Two-photon transitions*). Los estudios teóricos de RABBIT se basan en el tratamiento perturbativo del pulso láser *probe* (infrarrojo cercano o visible) con respecto al campo eléctrico atómico y al *pump* compuesto por un tren de pulsos de attosegundos (ultravioleta extremo o rayos X) formados por varios armónicos con frecuencias múltiplos de la frecuencia principal del *probe* [3].

En este trabajo presentamos una descripción semiclásica no perturbativa de los retardos de fase para la emisión de electrones de átomos de hidrógeno basada en la aproximación de campo fuerte SFA (*strong-field approximation*), involucrando

más de dos fotones. Los tiempos de ionización se calculan dentro de la aproximación de punto de silla SPA (*Saddle-Point Approximation*) y sirven para individualizar los diferentes paquetes de ondas de electrones que producen el esquema interferométrico RABBIT [2]. Observamos diferentes comportamientos de los retardos de fase a diferentes intensidades del *probe*. Por ejemplo, para campos del *probe* moderados e intensos (410^{11}W/cm^2), los armónicos y las bandas laterales (*sidebands*) están en fase. A su vez, cuando el campo del *probe* es suficientemente débil, recuperamos la conocida regla general para los retardos de fase desarrollada dentro de la teoría perturbativa de RABBIT [4,5]. Mostramos que la interferencia de los diferentes caminos dentro de un mismo ciclo óptico (intraciclo) que contribuyen a la energía final (sea *sideband* o armónico) es responsable de los diferentes comportamientos del patrón de interferencia. Las comparaciones con la solución numérica de la SFA y la ecuación de Schrödinger dependiente del tiempo confirman la confiabilidad de nuestra teoría semiclásica no perturbativa.

[1] P. Agostini y L. F. DiMauro, Rep. Prog. Phys. **67**, 813 (2004).

[2] F. Krausz y M. I. Stockman (2014), Nature Photonics **8**, 205 (2014).

[3] D. Guénot et al., Phys. Rev. A **85**, 053424 (2012).

[4] S. D. López, M. Ocello, y D. G. Arbó, Phys. Rev. A **110**, 013104(2024).

[5] D. G. Arbó, S. D. López, y J. Burgdörfer, Phys. Rev. A **106**, 053101 (2022).

031. Estudio de Propiedades Electrónicas de Materiales Semiconductores y Aislantes mediante Métodos de Primeros Principios

Acito Pino Jerónimo¹, Bonzi Edgardo¹, Grad Gabriela¹

¹ Facultad de Matemática, Astronomía, Física y Computación, UNC

En este trabajo se investigan las propiedades electrónicas de materiales semiconductores y aislantes utilizando la Teoría del Funcional de la Densidad (DFT) y la ecuación de Bethe-Salpeter (BSE). Se aplican cálculos para obtener espectros ópticos y de rayos X, profundizando en la interacción de la radiación con la materia y la estructura electrónica de materiales como LiF, MgO, CaO y ZnO.

El estudio se centra en la caracterización de los estados fundamentales y excitados de estos materiales, empleando programas de simulación. La metodología incluye la aproximación GW para obtener estados electrónicos precisos y la BSE para describir excitaciones electrón-hueco, esenciales para comprender las propiedades ópticas y electrónicas de los materiales.

Se han realizado cálculos ab initio optimizando sus volúmenes y ajustando con la ecuación de estado de Birch-Murnaghan. Los resultados preliminares incluyen la convergencia del bandgap mediante GW, la estructura de bandas y densidad de estados, y la función dieléctrica obtenida con BSE. Estos resultados preliminares validan la metodología empleada y sientan las bases para estudios más extensivos en otros materiales semiconductores y aislantes.

Este enfoque promete una comprensión profunda de las propiedades electrónicas y ópticas, con potenciales implicaciones tecnológicas y científicas en el diseño de dispositivos ópticos y electrónicos.

032. Espectroscopia IR Para Sistemas Binarios: Formamida – Ácidos alifáticos de Baja Masa Molecular.

Cases Alicia¹, Campos Viviana Del Valle¹, Gómez Marigliano Ana Clelia¹, Corrales Fernanda¹

¹ INFINOA/CONICET. Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología. Universidad Nacional de Tucumán. Av. Independencia 1800. Zip Code 40

Se determinó los espectros IR de: Componentes puros: Formamida, Ácido fórmico, Ácido acético y Ácido propiónico. Mezclas binarias: Formamida – Ácido fórmico, Formamida – Ácido acético y Formamida – Ácido propiónico. Se empleó el programa Gaussian 09 utilizando la Teoría del Funcional de la Densidad, (DFT), utilizando la funcional B3LYP, y el conjunto de funciones base 6-31G (d,p). Los espectros IR experimentales y los calculados a partir del modelado confirman las roturas de las autoasociaciones en los componentes puros y la formación de complejos de asociación intermolecular unidos por enlace de hidrógeno de los sistemas binarios. Los resultados espectroscópicos y termodinámicos (realizadas anteriormente) son consistentes y se pueden correlacionar entre ellos.

033. Validación de un Espectrómetro TXRF para el Análisis Elemental de Leche Materna en Polvo

Bencharki Constanza¹, Marchiori Georgina², Soria Elio³, Marguí Eva⁴, Riego Daniela Alejandra¹, Minelli Valentina¹, Perez Roberto Daniel¹

¹ Facultad de Matemática Astronomía, Física y Computación (FAMAF)

² Escuela de Nutrición - UNC

³ Facultad de Ciencias Médicas - UNC

⁴ Departamento de Química - Universidad de Girona

Este trabajo tiene como objetivo comprobar la efectividad de un espectrómetro de fluorescencia de rayos X en reflexión total (TXRF) desarrollado en la Facultad de Matemática, Astronomía, Física y Computación (FaMAF) de la Universidad Nacional de Córdoba (UNC). Se analizaron las mismas muestras de leche materna en polvo, preparadas por la Facultad de Ciencias Médicas de la UNC, y se compararon los resultados con los obtenidos mediante un equipo TXRF comercial proporcionado por la Universidad de Girona, España. La leche materna contiene numerosos macro y micronutrientes esenciales, como carbohidratos, proteínas, grasas, anticuerpos y hormonas, que juegan un rol fundamental en el desarrollo psicológico e inmune de los niños. Aunque representa menos del 1 % del contenido total de la leche, la fracción mineral es crucial para su valor nutricional y calidad. Entre estos minerales se encuentran elementos inorgánicos como Ca, Mg, P, Zn (asociados a micelas de caseína), citratos y fosfatos complejos (Ca, Mg, Na, K), cloruros (Na, K), membranas de grasa de leche (Fe, Cu), enzimas (Fe, Mn, Zn) y vitaminas (Co). La correcta monitorización de estos componentes, junto con otros básicos como la grasa, proteínas y lactosa, es esencial [1]. La técnica de fluorescencia de rayos X en reflexión total (TXRF) es adecuada para el análisis elemental de alimentos, ya que permite la identificación simultánea de múltiples elementos en un amplio rango dinámico de concentraciones [2]. Para el análisis en régimen de reflexión total, las muestras deben prepararse como una lámina ultra delgada. Esto se logra depositando una pequeña cantidad de muestra (en el rango de microlitros) en la superficie de un portamuestra reflectivo y dejándola secar antes de realizar el análisis TXRF. Este procedimiento excluye los efectos de matriz, tales como la absorción y la excitación secundaria, permitiendo que la cuantificación en el análisis TXRF se realice directamente mediante estandarización interna [3]. En este trabajo, las muestras se prepararon con un estándar interno de Sr. Para el análisis TXRF, se diluyeron con agua ultrapura y se depositaron gotas de 20 μL sobre una superficie de Si, dejándolas secar a temperatura ambiente. Se compararon los espectros obtenidos con el espectrómetro comercial y el desarrollado por FaMAF, observando que se logran identificar los mismos elementos, lo que valida nuestro equipo. Además, comprobamos que la preparación de muestras sugerida en este trabajo es adecuada. Gracias a esta intercomparación, el espectrómetro de nuestra facultad queda preparado para futuras mediciones de muestras pertenecientes a una campaña de monitoreo indispensable en la ciudad de Córdoba.

[1] Pashkova, G. V., Smagunova, A. N., & Finkelshtein, A. L. (2018). X-ray fluorescence analysis of milk and dairy products: A review. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 106, 183-189. <https://doi.org/10.1016/j.trac.2018.06.014>

[2] Marguí, E., Queralt, I., Andrey, D., & Perring, L. (2022). Analytical potential of total reflection X-ray fluorescence (TXRF) instrumentation for simple determination of major and trace elements in milk powder samples. *Food Chemistry*, 256. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.132590> [3] Borgese, L., Bilo, F., Dalipi, R., Bontempi, E., & Depero, L. E. (2015). Total reflection X-ray fluorescence as a tool for food screening. *Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectroscopy*, 113, 1-15. <https://doi.org/10.1016/j.sab.2015.08.001>

034. Análisis de especiación química en sistemas de fitofiltración utilizando EDIXS

Riego Daniela Alejandra¹, Sbarato Viviana María², Leani Juan José^{1,3}, Sánchez Héctor Jorge^{1,3}, Carlomagno Ilaria⁴, Perez Roberto Daniel^{1,3}

¹ Instituto de Física Enrique Gaviola (IFEG), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

² Facultad de Ciencias Agropecuarias (FCA-UNC)

³ Facultad de Matemática Astronomía, Física y Computación (FAMAF)

⁴ Elettra Sincrotrone Trieste

La fitorremediación de agua contaminada con metales pesados utilizando plantas acuáticas acumuladoras es una tecnología emergente de bajo costo que se adapta bien al ecosistema circundante [1]. Para que el sistema funcione eficientemente, las plantas saturadas de metales deben ser reemplazadas, produciendo una cantidad potencialmente tóxica de biomasa que generalmente se almacena seca para reducir su volumen [2]. La especiación del alto contenido de metales en esta biomasa es crucial para definir su destino final. Este trabajo explora la aplicación de EDIXS (Energy Dispersive Inelastic X-ray Scattering) basada en radiación de sincrotrón para monitorear la especiación del cobre en plantas acuáticas regionales en un sistema de fitorremediación a escala de laboratorio. La validación de EDIXS se llevó a cabo comparando los resultados de muestras estándar de cobre con los obtenidos por XANES. Se utilizaron las especies *Lemna minor* L. y *Salvinia biloba* Raddi, las cuáles se cultivaron bajo condiciones controladas de luz y disponibilidad de nutrientes. Ambas especies son conocidas por ser hiperacumuladoras de cobre y prevalecen en lagos y ríos de Sudamérica [3,4]. Los resultados mostraron en ambas especies una tendencia a retener el cobre en complejos químicos con coordinación octaédrica y una valencia de 2, sugiriendo además diferencias notables en la absorción de las hojas y raíces. Estos resultados prometedores respaldan la viabilidad de la metodología propuesta para identificar el destino más efectivo de la biomasa generada en sistemas de fitorremediación, lo que tiene implicaciones significativas para el desarrollo de estrategias de remediación ambiental. Se concluyó que EDIXS proporciona entonces una potencial herramienta con suficiente selectividad para reconocer diferencias sutiles en tejidos biológicos.

Referencias:

[1] S. Ali, Z. Abbas, M. Rizwan, I.E. Zaheer, I. Yava, A. Ünay, M.M. Abdel-Daim, M. Bin-Jumah, M. Hasanuzzaman, D. Kalderis, Application of Floating Aquatic Plants in Phytoremediation of Heavy Metals Polluted Water: A Review. *Sustainability* 12 (2020).

[2] J. Azcon-Bieto and M. Talón, *Fundamentos de fisiología vegetal*, 2nd ed. Madrid: McGraw Hill Interamericana de España, S.L., 2013.

[3] Y.L. Pang, Y.Y. Quek, S. Lim, S. H. Shuit, Review on Phytoremediation Potential of Floating Aquatic Plants for Heavy Metals: A Promising Approach, *Sustainability* 15(2023),1290.

[4] V.M. Sbarato, G.E. Falchini, H.J. Sánchez, R.D. Perez, Monitoring of metal phytofiltration performance by micro-XRF methodology, *Analytical Methods* 13 (2021) 2701-2709.

035. Determinación variacional directa de matrices de densidad reducida de dos partículas correspondientes a funciones de onda dentro del esquema de interacción de configuraciones doblemente ocupadas: una extensión al estudio de sistemas de capa abierta bajo ruptura de simetrías de espín e inversión temporal

Ayala T R¹, Alcoba D R^{1 2}, Massaccesi G E^{3 4}, Oña O B⁵, Torre A⁶, Lain L⁶

¹ Universidad de Buenos Aires (UBA), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN), Departamento de Física. Ciudad Universitaria, 1428 Buenos Aires, Argentina

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Universidad de Buenos Aires (UBA), Instituto de Física de Buenos Aires (IFIBA). Ciudad Universitaria, 1428 Buenos Aires, Argentina

³ Universidad de Buenos Aires (UBA), Ciclo Básico Común, Departamento de Ciencias Exactas. Ciudad Universitaria, 1428 Buenos Aires, Argentina

⁴ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Universidad de Buenos Aires (UBA), Instituto de Investigaciones Matemáticas "Luis A. Santaló" (IMAS). Ciudad Universitaria, 1428 Buenos Aires, Argentina

⁵ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Universidad Nacional de La Plata (UNLP), Instituto de Investigaciones Fisicoquímicas Teóricas y Aplicadas (INIFTA), Diag. 113 y 64 (S/N), Suc. 4, CC 16, 1900 La Plata, Argentina

⁶ Universidad del País Vasco, Facultad de Ciencia y Tecnología, Departamento de Química Física. Apdo. 644, E-48080 Bilbao, España

Este trabajo propone describir moléculas de capa abierta o radicales dentro del marco teórico de interacción de configuraciones doblemente ocupadas generalizado (GDOCI), anteriormente limitado al estudio de sistemas de capa cerrada. La propuesta se basa en considerar sistemas moleculares en estados singlete, generados mediante la adición de átomos de hidrógeno situados a distancia infinita del sistema radical de interés [1,2]. La energía de este radical se obtiene sustrayendo las energías de los átomos de hidrógeno disociados de la proporcionada por la matriz de densidad reducida de dos electrones correspondiente al sistema en estado singlete. Dicha matriz se calcula variacionalmente, en el espacio GDOCI, imponiendo un conjunto de condiciones de N -representabilidad. La eficiencia del método propuesto se evalúa mediante la descripción de curvas de energía potencial y matrices de densidad reducida en diversos sistemas neutros de capa abierta, en sus estados fundamentales de simetría de espín doblete y cuartete.

[1] O.B. Oña, A. Torre, L. Lain, D.R. Alcoba, E. Ríos, G.E. Massaccesi, *J. Chem. Phys.* **153**, 084101 (2020)

[2] E. Ríos, D.R. Alcoba, L. Lain, A. Torre, O.B. Oña, G.E. Massaccesi, *J. Chem. Phys.* **157**, 014102 (2022)

036. Determinación variacional directa de matrices de densidad reducida de dos partículas correspondientes a funciones de onda en el espacio de configuraciones doblemente ocupadas: generalización del concepto de número de precedencia y ruptura de simetrías de espín e inversión temporal

Ayala T R¹, Ríos E², Alcoba D R^{1 3}, Massaccesi G E^{4 5}, Oña O B², Torre A⁶, Lain L⁶

¹ Universidad de Buenos Aires (UBA), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN), Departamento de Física. Ciudad Universitaria, 1428 Buenos Aires, Argentina

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Universidad Nacional de La Plata (UNLP), Instituto de Investigaciones Fisicoquímicas Teóricas y Aplicadas (INIFTA), Diag. 113 y 64 (S/N), Suc. 4, CC 16, 1900 La Plata, Argentina

³ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Universidad de Buenos Aires (UBA), Instituto de Física de Buenos Aires (IFIBA). Ciudad Universitaria, 1428 Buenos Aires, Argentina

⁴ Universidad de Buenos Aires (UBA), Ciclo Básico Común, Departamento de Ciencias Exactas. Ciudad Universitaria, 1428 Buenos Aires, Argentina

⁵ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Universidad de Buenos Aires (UBA), Instituto de Investigaciones Matemáticas "Luis A. Santaló" (IMAS). Ciudad Universitaria, 1428 Buenos Aires, Argentina

⁶ Universidad del País Vasco, Facultad de Ciencia y Tecnología, Departamento de Química Física. Apdo. 644, E-48080 Bilbao, España

Los métodos variacionales han sido utilizados con gran profusión en la determinación de matrices de densidad reducida de dos partículas (2-RDM) de sistemas fermiónicos. Con este planteamiento, los elementos de dichas matrices se determinan imponiendo condiciones que aseguren la N -representabilidad de las matrices resultantes [1]. En los últimos años, la utilización de la metodología variacional bajo condiciones de p -positividad ha proporcionado aproximaciones satisfactorias de 2-RDMs asociadas a funciones de onda de número de precedencia nulo. Este tipo de funciones de onda, que han demostrado su utilidad para describir sistemas fuertemente correlados, corresponde a la interacción de configuraciones doblemente ocupadas (DOCI) [2]. En este contexto, la optimización de 2-RDMs se lleva a cabo mediante un programa semidefinido (SDP) estándar. En este trabajo, se propone una generalización del concepto de número de precedencia, que permite la reformulación y mejora del método, eliminando las restricciones de simetría de espín e inversión temporal, lo que conduce a la ruptura de estas simetrías en las soluciones encontradas. La proyección del hamiltoniano reducido del sistema en el subespacio de número de precedencia generalizado nulo permite implementar el SDP utilizando algoritmos existentes y explotando la estructura rala de las matrices asociadas. Mediante esta nueva técnica, se calculan energías y matrices de densidad reducida para sistemas de muchos cuerpos que presentan alta correlación estática, comparando los resultados obtenidos con los procedentes de cálculos exactos. Este análisis pone de manifiesto que la ruptura de las simetrías mencionadas, evaluadas mediante pruebas de contaminación y colinealidad del espín [3], proporciona mejoras significativas frente a las soluciones obtenidas en tratamientos previos a costos computacionales accesibles.

[1] W. Poelmans, M. Van Raemdonck, B. Verstichel, S. De Baerdemacker, A. Torre, L. Lain, G.E. Massaccesi, D.R. Alcoba, P. Bultinck, D. Van Neck, *J. Chem. Theory Comput.* **11**, 4064–4076 (2015)

[2] D.R. Alcoba, A. Torre, L. Lain, G.E. Massaccesi, O.B. Oña, E.M. Honoré, W. Poelmans, D. Van Neck, P. Bultinck, S. De Baerdemacker, *J. Chem. Phys.* **148**, 024105 (2018)

[3] T.M. Henderson, C.A. Jiménez-Hoyos, G.E. Scuseria, *J. Chem. Theory Comput.* **14**, 649 (2018)

037. Caracterización de estructuras satélites en el espectro de emisión L de rayos X del Sn

Demo Augusto¹, Sepúlveda Andrés², Castellano Gustavo³, Rodríguez Tábatha², Limandri Silvina³

¹ Universidad Nacional de Río Cuarto (UNRC), Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales, Córdoba, Argentina.

² Facultad de Ciencias Naturales, Matemática y del Medio Ambiente, Universidad Tecnológica Metropolitana, Santiago, Chile.

³ Universidad Nacional de Córdoba (UNC), Facultad de Matemática, Astronomía, Física y Computación; Instituto de Física Enrique Gaviola (CONICET), Córdoba, Argentina.

El espectro de emisión de rayos X característicos comprende líneas de diagrama provenientes de transiciones electrónicas hacia las capas internas, junto con líneas y bandas satélites asociadas a diversos mecanismos de interacción-relajación que componen la estructura fina de los espectros.

Si bien existen algunos trabajos referentes a las líneas satélites del espectro K [1], el volumen de datos relacionados con la estructura fina del espectro L es mucho menor (y a veces nulo) para muchos elementos. Por otra parte, existen discrepancias importantes entre predicciones teóricas y datos experimentales tanto de secciones eficaces de ionización como de probabilidades relativas de transición [2].

En este trabajo se presenta una caracterización completa del espectro de emisión de rayos X provenientes de transiciones hacia capas L para el Sn, inducido por impacto de electrones para distintas energías de incidencia (entre 3 y 20 keV). Por un lado, se determinan energías y probabilidades de transición radiativa de los decaimientos de diagrama y, por otro, se caracteriza la forma, posición e intensidad de las estructuras satélites y su variación con la energía del proyectil incidente. Finalmente se identifican los principales mecanismos que dan origen a las estructuras observadas y se comparan los resultados con los disponibles en la literatura [3].

[1] S. Limandri et al., *Phys. Rev. A* **82** (2010) 032505.

[2] A. Sepúlveda et al., *J. Phys. B* **47** (2014) 215006.

[3] F. Fernandez et al. *Phys. Rev. A* **108** (2023) 052826.

038. Cálculo de la resolución de un espectrómetro de rayos X de alta resolución en geometría de Rowland

Paz Guadalupe¹, Reviglio Ana Lucía¹, Ceppi Sergio²

¹ Universidad Nacional de Río Cuarto (UNRC), Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales (FCEFQyN)

² Universidad Nacional de Córdoba (UNC), Facultad de Matemática, Astronomía, Física y Computación (FaMAF)

La técnica XES (Espectroscopía de Emisión de Rayos X, por sus siglas en inglés) se basa en el estudio de las emisiones de rayos X provenientes de transiciones electrónicas que involucran niveles de la banda de valencia o cercanos a ella. Los cambios espectrales que se observan debido al entorno químico de los átomos o compuestos que se estudian son de unos pocos eV o incluso menos, lo que requiere de espectrómetros de alta resolución sensibles a estos pequeños cambios.

La resolución de un espectrómetro en geometría de Rowland depende de muchos factores tanto geométricos como intrínsecos, que han sido ampliamente estudiados por diversos autores [1, 2, 3]. Entre estos factores podemos mencionar el tamaño del haz, la contribución por el analizador, la aberración Johann, entre otras. El objetivo de este trabajo es desarrollar e implementar un programa en el lenguaje de programación Python que permita calcular la resolución esperada en los experimentos, teniendo en cuenta las distintas contribuciones a la misma, y de esta manera brindar una herramienta eficiente para la planificación de los experimentos y el análisis de los datos.

El programa se llevó a cabo utilizando las características de un espectrómetro de alta resolución de rayos X desarrollado por docentes-investigadores de la Facultad de Matemática, Astronomía, Física y Computación (FAMAF) de la Universidad Nacional de Córdoba (UNC) [4], aunque su aplicación puede ampliarse a diversos espectrómetros de este tipo.

Referencias

- [1] A. P. Honkanen, S. Ollikkala, T. Ahopelto, A. J. Kallio, M. Blomberg, S. Huotari, *Rev. Sci. Instrum.* **90** (2019) 033107.
- [2] G. Tirao, G. Stutz, and C. Cusatis. *J Synchrotron Radiat.* **11** (2004) 335-342.
- [3] Moretti Sala, M., Martel, K., Henriquet, C., Al Zein, A., Simonelli, L., Sahle, C., ... Monaco, G. (2018). *Journal of synchrotron radiation*, **25**(2), 580-591.
- [4] S. A. Ceppi Espectroscopía de emisión $K\beta$ de rayos X de alta resolución. Instrumentación y aplicaciones. Tesis de doctorado (2012), FAMAF- UNC.

039. Cálculo directo de matrices de densidad reducidas mediante la ecuación de Schrödinger contraída anti-hermítica: tratamiento de efectos de correlación electrónica multirreferencial fuerte

Ríos E¹, Corvalan D A^{2,3}, Alcoba D R^{3,4}, Oña O B¹, Massaccesi G E^{2,5}, Lain L⁶, Torre A⁶

¹ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Universidad Nacional de La Plata (UNLP), Instituto de Investigaciones Fisicoquímicas Teóricas y Aplicadas (INIFTA), *Diag. 113 y 64 (S/N), Suc. 4, CC 16, 1900 La Plata, Argentina*

² Universidad de Buenos Aires (UBA), Ciclo Básico Común, Departamento de Ciencias Exactas. Ciudad Universitaria, 1428 Buenos Aires, Argentina

³ Universidad de Buenos Aires (UBA), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN), Departamento de Física. Ciudad Universitaria, 1428 Buenos Aires, Argentina

⁴ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Universidad de Buenos Aires (UBA), Instituto de Física de Buenos Aires (IFIBA). Ciudad Universitaria, 1428 Buenos Aires, Argentina

⁵ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Universidad de Buenos Aires (UBA), Instituto de Investigaciones Matemáticas "Luis A. Santaló" (IMAS). Ciudad Universitaria, 1428 Buenos Aires, Argentina

⁶ Universidad del País Vasco, Facultad de Ciencia y Tecnología, Departamento de Química Física. Apdo. 644, E-48080 Bilbao, España

Recientemente, se han calculado, de manera directa, matrices de densidad reducida de dos electrones (2-RDMs) por resolución iterativa de la componente anti-hermítica de la ecuación de Schrödinger contraída (ACSE), o ecuación hipervirial de Liouville-von Neumann contraída. Se ha obtenido el 95-100% de la energía de correlación del estado fundamental de átomos, agregados atómicos y sistemas moleculares [1-4]. En este trabajo ampliamos este método para tratar los efectos de correlación multirreferencial del tipo fuerte que suelen ser importantes en geometrías fuera de equilibrio. Los cálculos ACSE suelen emplear 2-RDMs iniciales obtenidas del método de campo autoconsistente de Hartree-Fock, mientras que aquí inicializamos el proceso de resolución iterativa de la ACSE con una 2-RDM procedente de un cálculo variacional de matriz de densidad reducida dentro del marco de la interacción de configuraciones doblemente ocupadas (v2RDM-DOCI), de tipo multiconfiguracional. Se muestran aplicaciones preliminares a la correlación electrónica multirreferencial en las superficies de energía potencial de sistemas moleculares bajo diversas configuraciones geométricas, obteniéndose energías y números de ocupación de la 1-RDM del estado fundamental en las que las energías se sitúan a pocos milihartrees de las procedentes del método de interacción de configuraciones completas.

[1] D.A. Mazziotti, *Phys. Rev. Lett.* **97**, 143002 (2006)

[2] C. Valdemoro, D.R. Alcoba, L.M. Tel, E. Pérez-Romero, *Theor. Chem. Acc.* **118**, 503 (2007)

[3] D.R. Alcoba, C. Valdemoro, L.M. Tel, E. Pérez-Romero, *Int. J. Quantum Chem.* **109**, 3178 (2009)

[4] E.M. Honoré, E. Ríos, D.R. Alcoba, G.E. Massaccesi, A. Torre, L. Lain, O.B. Oña, *Int. J. Quantum Chem.* **122**, e26862 (2022)

040. Anisotropía del Apantallamiento Magnético Nuclear con el Forma-

lismo LRESC

Aucar Juan José^{1, 2}, Melo Juan Ignacio^{3, 4}, Maldonado Alejandro Fabián¹

¹ Instituto de Modelado e Innovación Tecnológica (IMIT)

² Universidad Nacional del Nordeste (UNNE)

³ Instituto de Física de Buenos Aires (IFIBA)

⁴ Universidad de Buenos Aires (UBA)

En sistemas moleculares que contienen átomos pesados es imprescindible incluir la relatividad para una descripción adecuada de sus propiedades. La magnitud de los efectos relativistas se puede obtener a partir de la aplicación de diferentes formalismos que parten de distintas concepciones teóricas [1]. Por otro lado, para conocer el origen electrónico de dichos efectos es posible expresar el valor relativista como la suma del valor no relativista más correcciones relativistas. Esto puede realizarse con el formalismo de Respuesta lineal con eliminación de la componente pequeña (LRESC), el cual ha demostrado ser uno de los más confiables en el estudio del origen electrónico de propiedades de respuesta [2, 3]. En el presente trabajo se estudia la anisotropía del apantallamiento magnético nuclear con el formalismo LRESC a partir de las expresiones formales de los mecanismos electrónicos responsables de los efectos relativistas, así como de las implementaciones necesarias para su evaluación. Se estudian sistemas de baja simetría (CHBrCIF y CHClFI) para poder evaluar la contribución de los términos de las correcciones que se encuentran por fuera de la diagonal principal del tensor de apantallamiento. Los resultados obtenidos se discriminan según el carácter paramagnético y diamagnético de las correcciones, hallándose que los mecanismos electrónicos paramagnéticos son los que más contribuyen a los elementos de la parte asimétrica del tensor de apantallamiento. Para obtener la corrección spin-Zeeman (SZ) sobre el efecto espín-órbita (SO) se realiza una extensión de lo propuesto para moléculas lineales [4]. La metodología permite describir con precisión el valor total del tensor de apantallamiento y recuperar más del 85%. En este trabajo se generalizan, implementan y calculan las expresiones de los mecanismos electrónicos que dan origen a los efectos relativistas, según la metodología LRESC, para los elementos no diagonales del tensor de apantallamiento magnético. Se concluye, además, que la inclusión de la corrección SZ sobre el mecanismo SO, calculado aquí por primera vez para sistemas de baja simetría, es imprescindible para obtener resultados confiables de los parámetros de anisotropía.

Bibliografía

[1] W. Liu, Handbook of Relativistic Quantum Chemistry. Springer, Berlin, Heidelberg (2017).

[2] J. Melo, M. Ruiz de Azua, C. Giribet, G. A. Aucar y R. Romero, J. Chem. Phys. 118, 471 (2003).

[3] G. A. Aucar, J. I. Melo, I. A. Aucar y A. F. Maldonado. Int. J. Quantum Chem. 118, e25487 (2018).

[4] Martín C. Ruiz de Azúa, Claudia G. Giribet y Juan I. Melo, J. Chem. Phys. 134, 034123 (2011).

041. Cálculos DFT para Comprender el Rol de ad-átomos en Electrocatálizadores Avanzados

Reviglio Ana Lucía^{2, 1}, Cappellari Paula Sofía^{3, 1}, Otero Manuel^{2, 1}, Soldano German^{4, 5}, Mariscal Marcelo^{4, 5}, Planes Gabriel^{3, 1}

¹ Instituto de Investigaciones en Tecnologías Energéticas y Materiales Avanzados, CONICET, UNRC

² Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales, UNRC

³ Departamento de Química, Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales, UNRC

⁴ Instituto de Investigaciones en Físico-Química de Córdoba, CONICET

⁵ Departamento de Química Teórica y Computacional, Facultad de Ciencias Químicas, UNC

El avance en la conversión y almacenamiento de energías renovables ofrece una alternativa a los combustibles fósiles, promoviendo tecnologías sostenibles y limpias. En este sentido las celdas de combustible (FC) se posicionan como dispositivos ideales, ya que convierten energía química en eléctrica mediante reacciones electroquímicas, sin impacto ambiental. El rendimiento de las FC está altamente influenciado por factores como la composición y la morfología de la superficie de los electrodos. Un factor clave para su desempeño es el uso de catalizadores basados en platino (Pt) en los cuales la eficiencia del proceso se ve afectada por el envenenamiento por CO.

Existe un interés renovado en desarrollar electrocatalizadores avanzados con mayor tolerancia al CO. La combinación de Pt con otros metales, como el oro (Au), puede mitigar el envenenamiento por CO y mejorar el rendimiento anódico. La combinación Pt/Au muestra un efecto sinérgico superior al esperado, actuando como una barrera que impide la difusión superficial del CO.

El estudio que hemos realizado se centra en caracterizar el papel de los átomos de Au en la adsorción y difusión de CO en superficies de Pt no ideales (superficies escalonadas), utilizando cálculos de primeros principios basados en DFT. Los resultados muestran que ciertos caminos para la difusión de CO en las superficies de Pt escalonado requiere activación, mientras que en superficies abiertas es espontánea. Además, la presencia de Au resulta en barreras de activación aún más altas para el proceso difusivo. Estos efectos coinciden con resultados experimentales, donde se evidenció una ralentización difusional de CO en superficies de Pt modificadas con ad-átomos de Au.

042. Formulación de integral de caminos para el estudio de excitaciones en sistemas electrónicos moleculares

Colombo Jofré Mariano T.¹, Aucar Gustavo A.¹

¹ Instituto de Modelado e Innovación Tecnológica (IMIT), Universidad Nacional del Nordeste (UNNE)

La interacción entre sistemas moleculares y campos electromagnéticos externos es esencial para el entendimiento y reproducción de mediciones precisas en espectroscopías, como la resonancia magnética nuclear (RMN) [1]. Un enfoque teórico novedoso en esta área se centra en el estudio de las transiciones entre estados cuánticos del sistema electrónico molecular, que corresponden a excitaciones y desexcitaciones virtuales inducidas por perturbaciones externas. Este enfoque utiliza herramientas de la teoría de campos [2], abriendo una nueva línea de investigación en la que nuestro grupo se ha concentrado recientemente. La definición de un campo cuántico asociado a estas excitaciones y el uso del concepto de estados coherentes permiten la formulación de una integral de caminos para sistemas de excitaciones [3]. Esta metodología ofrece una simplificación conceptual elegante de un problema complejo al considerar todas las posibles transiciones entre estados multielectrónicos y permite deducir resultados formales novedosos, como la conexión con la mecánica estadística a través de un funcional generador. Esto abre nuevas vías de investigación, destacando el análisis del entrelazamiento entre excitaciones, un área en la que ya se han realizado estudios preliminares [4-5].

En esta comunicación presentaremos un formalismo de integrales de camino que permite deducir las expresiones conocidas de los propagadores de polarización utilizando herramientas de la teoría de campos. Este formalismo considera todas las excitaciones virtuales entre estados cuánticos multielectrónicos y generaliza las expresiones usuales de los propagadores al incorporar naturalmente los efectos de cuantización de los campos electromagnéticos internos o externos involucrados.

Referencias

- [1] AUCAR, Gustavo A.; ROMERO, Rodolfo H.; MALDONADO, Alejandro F. Polarization propagators: A powerful theoretical tool for a deeper understanding of NMR spectroscopic parameters. *International Reviews in Physical Chemistry*, 2010, vol. 29, no 1, p. 1-64.
- [2] GREINER, Walter; REINHARDT, Joachim. *Field quantization*. Springer Science & Business Media, 2013.
- [3] AUCAR, Gustavo A. Toward a QFT-based theory of atomic and molecular properties. *Physical Chemistry Chemical Physics*, 2014, vol. 16, no 10, p. 4420-4438.
- [4] MILLÁN, Leonardo A.; GIRIBET, Claudia G.; AUCAR, Gustavo A. Polarization propagator theory and the entanglement between MO excitations. *Physical Chemistry Chemical Physics*, 2018, vol. 20, no 38, p. 24832-24842.
- [5] MILLÁN, Leonardo A.; GIRIBET, Claudia G.; AUCAR, Gustavo A. On the quantum origin of few response properties. *The Journal of Chemical Physics*, 2020, vol. 153, 221101.

FÍSICA NUCLEAR

MARTES 17 17:30 - 19:30 hs.

Sala Angelelli

043. Implementación de la técnica de apertura codificada en la búsqueda de materia oscura

Pérez Lanzillotta Julieta¹, Schulze Georg¹, Rodrigues Dario^{1 2}, Depaoli Eliana^{1 3}, Tiffenberg Javier⁴, Bonifazi Carla⁵, Botti Ana⁴

¹ Universidad de Buenos Aires (UBA), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN), Departamento de Física, Buenos Aires, Argentina.

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Universidad de Buenos Aires, Argentina.

³ Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Centro Atómico Constituyentes (CAC), Buenos Aires, Argentina.

⁴ Fermi National Accelerator Laboratory, Batavia IL, Estados Unidos.

⁵ Centro Internacional de Estudios Avanzados (ICASA), Instituto de Ciencias Físicas (ICIFI), Universidad Nacional de Gral. San Martín (UNSAM), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina.

Se cree que alrededor del 26% de la materia contenida en el Universo es materia oscura. En su búsqueda, el laboratorio Fermilab lanzó el proyecto DarkNESS, que busca identificar la fuente de una señal de rayos X con 3.5 keV de energía, la cual podría surgir de la aniquilación de materia oscura con antimateria oscura. Los elementos ópticos son un obstáculo en la detección de estos rayos cósmicos, ya que no responden a la óptica convencional como lo hace la luz visible. Es aquí que la técnica de apertura codificada es de suma utilidad, ya que permite la formación de imágenes sin utilizar elementos ópticos, basándose esencialmente en la superposición de imágenes producidas por varios estenopos. Se busca implementar esta técnica sobre un satélite para medir el fondo de rayos X que producen las estrellas. Como parte de este proyecto, construimos una cámara que implementa la técnica de apertura codificada utilizando aperturas de tipo modified uniformly redundant array junto a un sensor complementary metal-oxide-semiconductor (CMOS), reconstruyendo la imagen fuente y usando una decodificación vía la transformada de Fourier. Para caracterizar el funcionamiento del sensor CMOS, realizamos una Photon Transfer Curve a partir de un método novedoso: mediante la toma de imágenes inhomogéneas, estudiamos la historia de un mismo píxel para distintas imágenes, pudiendo así determinar la ganancia a partir del cociente entre la varianza y la esperanza de la carga colectada por un mismo píxel. Este trabajo representa los primeros pasos hacia el reemplazo del CMOS por un sensor Skipper-Charge-Coupled-Device (Skipper-CCD) que, a diferencia de un CCD convencional, donde la carga de cada píxel se lee una sola vez, lee la carga en cada píxel tantas veces como se desee, logrando un ruido de lectura sub-electrónico.

044. Puesta a punto de un sistema Skipper-CCD para la búsqueda de materia oscura

Varela Martina¹, Sclavo Mateo¹, Pérez Lanzillotta Julieta¹, Schulze Georg¹, Depaoli Eliana^{1 2}, Rodrigues Darío^{1 3}, Tiffenberg Javier⁴

¹ Universidad de Buenos Aires (UBA), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Departamento de Física, Buenos Aires, Argentina

² Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Centro Atómico Constituyentes (CAC), Buenos Aires, Argentina

³ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Instituto de Física de Buenos Aires (IFIBA), Buenos Aires, Argentina

⁴ Fermi National Accelerator Laboratory, Batavia IL, Estados Unidos

En el Laboratorio Argentino de Mediciones con Bajo umbral de Detección y sus Aplicaciones (LAMBDA) empleamos sensores Skipper-CCD, capaces de detectar señales con ruido de lectura sub-electrónico. Esto los convierte en uno de los principales dispositivos con aplicaciones tanto para la búsqueda de materia oscura, la detección de neutrinos o la captura de imágenes astronómicas. Por esta razón, la expedición DarkNESS, impulsada conjuntamente por NASA y Fermilab, colocará un Skipper-CCD en el espacio a fines del próximo año para explorar el origen de una señal de rayos X de 3,5 keV que podría deberse a la aniquilación de materia oscura. Dado que la energía de estas señales es demasiado alta para utilizar un sistema de lentes y espejos, se propone utilizar la técnica de apertura codificada. Esta se basa en una cámara estenopeica donde en lugar de un orificio, se usan patrones complejos (máscaras) para maximizar la cantidad de fotones que llegan al sensor. Con el fin de estudiar las ventajas y limitaciones de usar esta tecnología en misiones espaciales, pusimos en funcionamiento el tercer sistema de Skipper-CCD con el que cuenta LAMBDA. En esta presentación describiremos en detalle cómo llevamos a cabo la puesta a punto del sensor, que funciona en vacío a una temperatura de 130 K. Para esto fue necesario instalar un sistema de refrigeración a base de nitrógeno líquido, utilizado para mantener la temperatura del

sensor en los niveles deseados. Para alcanzar la temperatura óptima de operación del sensor y mantenerla estable se hizo uso de un controlador PID y registramos la masa de nitrógeno líquido mediante una balanza de bajo coste fabricada con una Raspberry Pi. Describiremos además la instalación del sistema de apertura codificada, el cual consiste en una caja con una máscara intercambiable y móvil, provista de dos fuentes de luz: una pantalla OLED para el rango visible y LED infrarrojos.

045. Simulador operativo del reactor nuclear RA-0

Sosa Carlos¹, Grad Gabriela², Bonzi Edgardo²

¹ RA0, Facultad de Ciencia Exactas, Físicas y Naturales, UNC

² Facultad de Matemática, Astronomía, Física y Computación, UNC

En este trabajo se presenta un simulador de alcance total del reactor nuclear experimental RA-0, desarrollado para analizar el comportamiento del reactor en tiempo real y para el entrenamiento del personal de las instalaciones nucleares.

El reactor nuclear RA-0 está ubicado en la Universidad Nacional de Córdoba y se creó como facilidad crítica del RA-1. Es un reactor de tipo tanque abierto, con 4 barras absorbentes de cadmio, con reflector de grafito, que utiliza agua liviana como moderador y como combustible uranio enriquecido al 19,5%. Si bien la potencia nominal de operación es de 1W, la licencia permite, durante un período de tiempo corto, operar en transitorio hasta los 10W.

Por las características particulares de este tipo de reactor, el simulador se abordó desde el enfoque de la cinética puntual y la evolución de la dinámica del reactor en tiempo real, el cual permite obtener parámetros de interés como la temperatura del moderador, la población neutrónica media, la potencia liberada por el combustible, la energía interna del reactor y los cambios en la reactividad debido a la temperatura.

El simulador además brinda la posibilidad de modificar el estado de los absorbentes de neutrones cambiando la posición de las barras y modificar la reactividad del núcleo inyectando o extrayendo moderador.

046. Caracterización del comportamiento de la corriente oscura en un sensor CMOS

Barreiro Lara Sofía¹, Danussi Mora¹, Bonifazi Carla², Botti Ana³, Depaoli Eliana^{1 4}, Rodrigues Dario^{1 5}, Tiffenberg Javier³

¹ Universidad de Buenos Aires (UBA), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN), Departamento de Física, Buenos Aires, Argentina.

² Centro Internacional de Estudios Avanzados (ICAS), Instituto de Ciencias Físicas (ICIFI), Universidad Nacional de Gral. San Martín (UNSAM), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina

³ Fermi National Accelerator Laboratory, Batavia IL, Estados Unidos

⁴ Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Centro Atómico Constituyentes (CAC), Buenos Aires, Argentina

⁵ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Universidad de Buenos Aires (UBA), Instituto de Física de Buenos Aires (IFIBA), Buenos Aires, Argentina

Los sensores CMOS (*Complementary Metal-Oxide-Semiconductor*), utilizados en cámaras digitales y basados en el efecto fotoeléctrico, se destacan por su alta capacidad de lectura, bajo consumo energético y costo de fabricación, comparados con sensores del tipo CCD (*Charge-Coupled Device*) y otros. Estos sensores están compuestos por una matriz de píxeles, donde cada uno actúa como una unidad fotosensible. Cada píxel está equipado con su propio amplificador, lo que permite la rápida lectura de los píxeles de forma simultánea e independiente. Estas y otras características brindan a los sensores un amplio campo de aplicaciones. En el Laboratorio Argentino de Mediciones de Bajo Umbral de Detección y sus Aplicaciones (LAMBDA), nos interesamos por caracterizar la corriente oscura de este sensor y determinar su ruido de lectura. Para ello, realizamos capturas de imágenes con distintos tiempos de exposición. Se obtuvo que el ruido de lectura, medido como la desviación estándar para imágenes con exposición cero, es de 3 electrones. Para cada una de las mediciones, separamos los datos en cuatro grupos correspondientes a la máscara RGB estándar, con el objetivo de analizar el comportamiento de la corriente oscura en cada caso. Encontramos que hay diferencias entre las mediciones de cada color, pero no podemos confirmar que estén atribuidas únicamente a la corriente oscura, ya que el sensor es altamente sensible a la radiación infrarroja. Por último, repetimos las mediciones a tres temperaturas distintas para analizar el efecto de esta variable en el comportamiento de la corriente oscura. Observamos que la corriente oscura se reduce a la mitad cuando la temperatura se reduce de 17°C a 1°C.

047. Aplicación de redes neuronales MLP en el análisis de Cs-137 en sedimentos lacustres

Bonzi Edgardo¹, González Enrique R.¹, Halac Silvana², Piovano Eduardo², Díaz Dávila Laura³, Grad Gabriela¹

¹ Facultad de Matemática, Astronomía, Física y Computación-Universidad Nacional de Córdoba

² CICTERRA (CONICET-UNC)

³ Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales-Universidad Nacional de Córdoba

En este estudio, aplicamos redes neuronales tipo Multi Layer Perceptron (MLP) para el análisis de espectros gamma, enfocándonos en la detección de picos de cesio-137 en sedimentos lacustres. Utilizamos espectros gamma medidos en muestras de diferentes profundidades de la Laguna del Plata (Sistema de Laguna Mar Chiquita, Córdoba), con el objetivo de determinar la actividad y geocronología. Los espectros fueron analizados utilizando 30 redes neuronales MLP que permitió identificar y cuantificar los picos de actividad correspondientes a este radionucleido. Con ello hemos realizado un análisis estadístico observándose una clara disminución de la incertidumbre del promedio a partir de 200 cuentas en 48 horas (1.2 mBq). Este enfoque ha permitido mejorar la precisión de las mediciones.

Los resultados preliminares son promisorios, observándose picos de actividad significativos que correlacionan con eventos históricos de liberación de cesio-137: pruebas nucleares atmosféricas, el accidente de Chernobyl y el accidente de Fukushima. Estos hallazgos preliminares demuestran la eficacia de las redes neuronales MLP en la identificación y cuantificación de radionucleidos en espectros gamma.

La aplicación de esta metodología ofrece una herramienta poderosa para estudios de geocronología y monitoreo ambiental de la contaminación radiactiva, proporcionando datos esenciales para la evaluación y gestión de la calidad ambiental en ecosistemas lacustres.

048. Optimización del montaje de detectores monitores para la normalización de experimentos de reacciones nucleares

Nieto Franco^{1 2}, Ruano Martina^{1 2}, Ezequiel De Barbará², Andrés Arazi², María Angélica Cardona², Jesus Figari², Jorge Gómez², Daniel Hojman²

¹ Universidad de Buenos Aires (UBA), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN), Departamento de Física

² Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Centro Atómico Constituyentes (CAC)

En el grupo de Física de Iones Pesados del Laboratorio TANDAR (Centro Atómico Constituyentes - CNEA) se investigan los mecanismos de reacción entre iones pesados utilizando un acelerador de partículas electrostático de tipo tándem. Uno de sus objetivos principales consiste en estudiar la sección eficaz de los canales de salida de una reacción a diferentes ángulos y energías.

Esta sección eficaz puede hallarse determinando el número de iones incidentes en el blanco. Para ello, se puede coleccionar la carga eléctrica del haz de iones en una copa de Faraday. Este método tiene la desventaja de depender del espesor del blanco y del ángulo sólido del detector, ambos factores no bien determinados. Para evitar esto, otro método consiste en utilizar una serie de detectores auxiliares, denominados monitores, para medir los eventos de dispersión elástica. Si éstos son colocados en un determinado ángulo delantero, dicha dispersión se corresponde con la de Rutherford, la cual es conocida. Por ende, la determinación de la sección eficaz resulta independiente del espesor del blanco y solo depende de los cocientes de los ángulos sólidos de los detectores y del monitor.

En este trabajo se caracterizó una serie de detectores de silicio, estudiando su rango óptimo de operatividad. Debido a daños de radiación en el centro de la zona sensible del instrumento (resultado del uso de un colimador) se hallaron fallas en la detección de iones. Se propuso entonces diseñar y montar un nuevo soporte para los monitores tal que sea posible cambiar el punto de incidencia de los iones dentro de la superficie sensible, manteniendo la posición angular del colimador. De esta forma, se evitaría así el daño en un mismo punto de incidencia, prolongando su durabilidad.

049. Diseño y construcción de un sistema digital de coincidencias $4\pi\beta - 4\pi\gamma$

Perez Felipe Emiliano^{1 2}, Balpardo Christian¹, Rodríguez Darío^{3 2}

¹ Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Laboratorio de Metrología de Radioisótopos

² Universidad de Buenos Aires (UBA)

³ Instituto de Física de Buenos Aires (IFIBA), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

Los detectores de radiación basados en métodos absolutos son ampliamente utilizados en la actualidad en el ámbito de la metrología de radioisótopos. Estos se distinguen de los métodos secundarios por no utilizar patrones de comparación para la determinación de actividad. En cambio, esta es obtenida a partir de mediciones directas o de la relación entre las tasas de conteo de dos o más detectores en simultáneo, característica principal de los sistemas de coincidencias. Esto permite obtener mediciones de alta precisión y con la ventaja de prescindir de patrones radiactivos, teniendo incluso la capacidad de generarlos.

En el Laboratorio de Metrología de Radioisótopos se encuentra actualmente en desarrollo la construcción de un sistema digital de coincidencias $4\pi\beta - 4\pi\gamma$ conformado por un detector 4π de centelleo de NaI(Tl) tipo pozo para las emisiones γ y un detector 4π para las emisiones β compuesto por un tubo fotomultiplicador (PMT) acoplado a dos láminas de centellador plástico que encapsulan la fuente radiactiva [1].

Una de las aplicaciones inmediatas de este sistema de coincidencias y también uno de los objetivos principales del trabajo es la determinación de actividad de soluciones de ^{99m}Tc y ^{177}Lu , siendo este último un radionucleido de gran interés que se ha posicionado en los últimos años como uno de los radioisótopos terapéuticos más importantes por sus aplicaciones en medicina nuclear. Actualmente, se encuentra en desarrollo en el reactor RA-3 una nueva técnica de producción de ^{177}Lu

que promete mejorar su disponibilidad, por lo que su estandarización con métodos primarios es de gran importancia. Este posee una energía de emisión β de 497 keV, logrando un alcance en tejidos de 1 a 2 mm, siendo particularmente útil para la terapia dirigida contra células tumorales a nivel microscópico. Además, una ventaja adicional es que el ^{177}Lu decae finalmente a Hafnio estable, minimizando así la exposición residual a la radiación para el paciente [2].

[1] Yasushi Kawada, Masashi Ohtuka, Qiu-Wei Wang, Yoshio Hino, "Absolute radioactivity measurements by the use of a $4\pi\beta - 4\pi\gamma$ detector configuration", Applied Radiation and Isotopes, Volume 60, Issues 2-4, 2004, Pages 357-362, ISSN 0969-8043.

[2] International Atomic Energy Agency, "Development of Potential ^{177}Lu Radiopharmaceuticals: Design, Radiolabelling and Nonclinical Evaluation".

Contacto: Felipe Emiliano Perez

E-mail: felipeperezemiliano@cnea.gob.ar

050. Aplicación de Métodos de Aprendizaje Automático para la Caracterización de Alimentos Basados en Mediciones en Espectrometría Gamma

Zapata Ludmila Yanet¹, Perez Felipe Emiliano¹, Rossi Mario Pablo¹, Balpardo Christian Guillermo¹

¹ Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA)

El Laboratorio Metrología de Radioisótopos de la Comisión Nacional de Energía Atómica certifica la no contaminación radiactiva en alimentos mediante análisis gamma, utilizando los espectros obtenidos con detectores de germanio hiper puro. Si los resultados cumplen los límites internacionales, emite un certificado de aptitud radiológica.

En este trabajo, se han aplicado tres técnicas de aprendizaje automático para predecir si un alimento está libre de contaminación radiactiva. Estas técnicas son Regresión Logística, Voting y K-NN. Inicialmente, se desarrolló una base de datos de la cual se extrajeron características relevantes, como los picos más frecuentes en los espectros. De esta base de datos, el 80 % se utilizó para entrenar el modelo y el 20 % restante se empleó para realizar pruebas, obteniendo precisiones cercanas al 100 %.

Posteriormente, se le proporciona al modelo un nuevo espectro y este predice con una precisión cercana al 100 % si el alimento está libre de contaminación radiactiva o si debe ser revisado por un operador.

FLUIDOS Y PLASMA

MARTES 17 17:30 - 19:30 hs.

Sala Angelelli

051. Flujo termocapilar mediado por un gradiente de temperatura axi-simétrico: efecto del ángulo de contacto

Mansilla R A^{1 2}, Escobar Quiroz J F³, Perazzo C A^{3 4}, Gomba J M^{1 2}¹ Instituto de Física Arroyo Seco - Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires² Centro de Investigaciones en Física e Ingeniería del Centro de la Pcia. de Buenos Aires (CIFICEN), UNCPBA - CONICET, Tandil³ IMeTTyB, Universidad Favaloro - CONICET, Buenos Aires⁴ Departamento de Matemática, Física y Química, FICEN, Universidad Favaloro, Buenos Aires

En el pasado hemos analizado el flujo de una gota completamente mojante colocada en el centro de un sustrato circular. El centro del disco es mantenido a una temperatura mayor que la del perímetro, por lo que líquido es desplazado radialmente desde el centro hacia afuera debido a un esfuerzo de Marangoni. Experimentalmente hallamos que la línea de contacto avanza conservando su simetría circular hasta alcanzar un radio crítico a partir del cual se desestabiliza, formando ondulaciones de pequeña amplitud. Un reciente análisis de estabilidad lineal [1] nos permitió reproducir el valor del radio crítico y, además, determinar que el número de onda dominante de la perturbación crece con el tiempo. En este trabajo presentamos resultados numéricos donde hemos incorporado el efecto del ángulo de contacto para analizar condiciones de mojabilidad parcial. Para ello introdujimos un potencial del tipo disjoining-conjoining pressure que da cuenta de la interacción molecular entre el sólido y el líquido, que permite indicar un ángulo de contacto para el sistema considerado. Hemos realizado un análisis paramétrico variando el gradiente de temperatura aplicado, el ángulo de contacto, y el volumen de la gota depositada. Discutimos cómo estos tres parámetros afectan la aparición del radio crítico, la velocidad de desplazamiento y la longitud de onda dominante.

[1] R. A. Mansilla; C. A. Perazzo; J. M. Gomba, *Physics of Fluids* 36, 024123 (2024)
<https://doi.org/10.1063/5.0191720>

052. Diseño y montaje de un reactor de plasma escalable para la remediación del agua

Otero Zappa Facundo¹, Szereszewski Julián¹, Grondona Diana², Zanini Matías²¹ Universidad de Buenos Aires (UBA), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN), Departamento de Física, Ciudad Universitaria, 1428 Buenos Aires, Argentina.² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Universidad de Buenos Aires (UBA), Instituto de Física Interdisciplinaria y Aplicada (ex INFIP) (INFINA), Ciudad Universitaria, 1428 Buenos Aires, Argentina.

La remediación del agua se ha convertido en un tema de creciente interés en todo el mundo debido a la necesidad de recuperar y reutilizar las aguas residuales en muchos sectores, como la agricultura y el reciclaje industrial. La tecnología del plasma no térmico es una técnica prometedora para la remediación del agua y se ha convertido en un campo de intensa investigación. En el plasma no térmico se generan especies altamente reactivas como O, OH, ozono, así como también radiación UV. Esta tecnología combina la contribución de especies activas y condiciones físicas que han demostrado una gran eficiencia en la degradación de muchos compuestos orgánicos, así como en la destrucción e inactivación de virus y bacterias.

En este trabajo se presenta el montaje de un reactor de plasma trielectródico para el tratamiento de aguas contaminadas. En el reactor, se genera una descarga de barrera dieléctrica (DBD) en el aire ambiente mediante la aplicación de alta tensión alterna entre dos electrodos planos fijados a lados opuestos de un material dieléctrico. A una distancia de unos pocos centímetros, se fija a un canal por el que circula el agua a tratar un tercer electrodo conectado a tierra. Al elevar el potencial del sistema de electrodos DBD con un alto voltaje continuo, los microcanales de plasma no térmico generados en la DBD se propagan hacia el tercer electrodo y alcanzan la superficie del agua. Este diseño es escalable ya que permite la conexión en paralelo de varios sistemas de electrodos DBD para la generación de múltiples descargas sucesivas a lo largo del canal por el cual fluye el agua a tratar. El funcionamiento del reactor, en términos de eficiencia de eliminación y rendimiento energético, se evaluó mediante el tratamiento de una solución acuosa de azul de metileno.

Facundo Otero Zappa¹

facuotero20.88@outlook.com

Julián Szereszewski¹
julianszere@gmail.com

Ariel Kleiman^{1,2}
kleiman@df.uba.ar

Matías Zanini^{1,2}
mzanini@df.uba.ar

Diana Grondona^{1,2}
grondona@df.uba.ar

1. Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Departamento de Física, Ciudad Universitaria, 1428 Buenos Aires, Argentina. 2. CONICET - Universidad de Buenos Aires, Instituto de Física Interdisciplinaria y Aplicada (INFINA), Ciudad Universitaria, 1428 Buenos Aires, Argentina.

053. Problema inverso generalizado para la imbibición capilar en sistema porosos.

Gómez V J¹, Urteaga R², Berli C L A³

¹ Facultad de Ingeniería Química (FIQ), Universidad Nacional del Litoral (UNL)

² Instituto de Física del Litoral (IFIS), Universidad Nacional del Litoral (UNL), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

³ Instituto de Desarrollo Tecnológico para la Industria Química (INTEC), Universidad Nacional del Litoral (UNL), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

El estudio de la imbibición de fluidos simples en capilares ha sido ampliamente investigado, con soluciones analíticas establecidas para capilares con radios $r(x)$ que varían axialmente en la dirección x [1]. Además, se ha resuelto efectivamente el problema inverso para un solo tubo capilar, permitiendo determinar la función $r(x)$ a partir de datos de la cinemática de la imbibición de fluidos, facilitando el diseño racional de sistemas capilares [2].

En este trabajo, abordamos un problema de mayor complejidad, el cual consiste en modelar sistemas porosos como un conjunto de tubos capilares de radio $r(x)$, donde el número de tubos $N(x)$ también varía en la dirección del flujo, representando posibles conexiones entre capilares. Considerando esta nueva variable, se desarrolló el modelo que gobierna la dinámica de los fluidos en estos medios (problema directo). Este modelo puede aplicarse a distintos tipos de sistemas porosos, como papel, suelo o silicio nanoporoso. En efecto, el modelo se validó en sistemas compuestos por bicapas de distintas porosidades construidas en silicio nanoporoso. Los resultados experimentales de imbibición capilar, medidos mediante interferencia de luz reflejada, fueron correctamente descritos por el modelo utilizando una distribución bimodal de radios de poro.

El aspecto más relevante del trabajo es el cálculo inverso que permite obtener las funciones $r(x)$ y $N(x)$ a partir de la fluidodinámica. Se halló una solución analítica cerrada para los problemas inversos parciales, los cuales consisten en determinar una de las funciones del sistema ($r(x)$ o $N(x)$) a partir de la dinámica de imbibición y del conocimiento de la función restante. Además, se resolvió el problema inverso global, el cual consiste en determinar ambas funciones $r(x)$ y $N(x)$ utilizando datos de la dinámica de imbibición en ambas direcciones. Esta solución permite realizar el diseño racional de medios porosos para obtener una dinámica de llenado particular. Como ejemplo de aplicación, se determinaron las funciones de $r(x)$ y $N(x)$ para un sistema donde la velocidad de imbibición es constante en una de las direcciones de llenado y presenta una disminución lineal en la otra.

[1] REYSSAT M, COURBIN L, REYSSAT E, STONE HA. Imbibition in geometries with axial variations. Journal of Fluid Mechanics. 2008;615:335-344. doi:10.1017/S0022112008003996.

[2] Elizalde E., Urteaga R., Koropecki R.R., Berli C.L.A. (2014) Inverse problem of capillary filling, Phys. Rev. Lett. 112,134502.

054. Método Schlieren sintético para la determinación del perfil de una gota sécil: demodulación de un patrón a cuadros (FCD)

Cincunegui Lupi Valentina¹, Hernando Ignacio Pablo¹, Cobelli Pablo Javier^{2 1}

¹ Universidad de Buenos Aires (UBA), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN), Departamento de Ciencias Físicas, Laboratorio de Turbulencia Geofísica, Grupo FLiP

² Instituto de Física Interdisciplinaria y Aplicada (ex INFIP) (INFINA), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

La medición de la deformación de la superficie libre en fluidos resulta de gran importancia en una gran variedad de campos [1]. Los métodos Schlieren, basados en la detección del desplazamiento de un patrón de referencia por la refracción

de la superficie libre, resultan muy convenientes en el régimen lineal, al no ser intrusivos y por su puesta en funcionamiento sencilla y económica. Uno de los enfoques más recientemente desarrollado, conocido como *Fast Checkerboard Demodulation* (FCD), se basa en la utilización de un patrón bidimensional periódico, y, a diferencia de los métodos usuales que usan correlación digital de imágenes (DIC), permite el cálculo de los desplazamientos directamente mediante demodulación espacial en frecuencia [2].

En este trabajo se utiliza el método FCD para recuperar el perfil de alturas de una gota sésil (*sessile drop*) de agua destilada en un sustrato de vidrio, completamente caracterizada en la literatura, investigando la factibilidad del método y sus límites de aplicación. En particular se comparan los resultados con los cálculos numéricos del perfil, obtenidos de la ecuación de Young-Laplace [3], y de la aproximación de casquete esférico (*spherical cap*). Además, se muestra el proceso inverso, prediciendo numéricamente cuales serían las deformaciones esperadas del patrón causadas por la gota.

[1] F. Moisy, M. Rabaud y K. Salsac. «A synthetic Schlieren method for the measurement of the topography of a liquid interface». En: *Experiments in Fluids* 46 (2009).

[2] S. Wildeman. «Real-time quantitative Schlieren imaging by fast Fourier demodulation of a checkered backdrop». En: *Experiments in Fluids* 59.97 (2018).

[3] Amir H Fatollahi y Maryam Hajirahimi. «Making sessile drops easier». En: arXiv preprint arXiv:1304.6366 (2013).

055. Estudio experimental y numérico sobre la turbulencia hidrodinámica bidimensional

Mazaira L¹, Cobelli P², Dmitruk P²

¹ Universidad de Buenos Aires (UBA), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN), Departamento de Física, Ciudad Universitaria, 1428 Buenos Aires, Argentina

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Universidad de Buenos Aires (UBA), Instituto de Física Interdisciplinaria y Aplicada (ex INFIP) (INFINA), Ciudad Universitaria, 1428 Buenos Aires, Argentina

Los flujos geofísicos suelen exhibir una fenomenología bidimensional (2D), como en el caso de la turbulencia superficial oceánica y atmosférica, que resulta en la advección de partículas flotantes y macro-algas [1]. Estudiamos la turbulencia HD2D en una delgada capa de un electrolito que fluye debido al campo entre dos electrodos sobre una matriz regular de imanes de polaridad alternante, método que se conoce como EML (*Electromagnetically Forced Conducting Fluid Layers*) [2]. Una vez alcanzado un estado de turbulencia bien desarrollado, estudiamos la formación de estructuras coherentes, y el fenómeno estadístico de decaimiento selectivo en el contexto de libre decaimiento [3,4]. Asimismo, realizamos simulaciones directas para condiciones de contorno periódicas mediante métodos pseudo-espectrales en GHOST (*Geophysical High-Order Suite for Turbulence*) [5], añadiendo un término de fricción lineal a la ecuación de Navier-Stokes, modulado por un parámetro de amortiguamiento. Comparamos resultados preliminares tanto experimentales como numéricos, con el objetivo de encontrar puntos de acuerdo y respaldar el modelo aproximado propuesto desde ambas perspectivas.

[1] F. Beron-Vera et al., *AIP Advances* 12 (2022) 105107

[2] G. Boffeta et al., *Phys. Rev. E* 61 (2000) R29-32

[3] W. H. Matthaeus et al., *Phys. Rev. L* 66 (1991) 21

[4] P. Dmitruk et al., *Phys. Rev. E* 76 (2007) 036305

[5] P. Mininni et al., *Parallel Computing* 37 (2010) 6

056. Sloshing auto-inducido por la inestabilidad de un jet hidrodinámico

Fernandez Fabricio Eric¹, Meza Lucía Mercedes¹, Boschan Alejandro¹, Aguirre María Alejandra¹, Piva Marcelo Fabián¹

¹ Grupo de Medios Porosos, Facultad de Ingeniería, UBA

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

Se estudian las oscilaciones de un jet hidrodinámico que ingresa verticalmente desde la base de una celda de Hele Shaw parcialmente llena de fluido. El impacto del jet sobre la superficie libre genera una deformación en forma de *domo*, que experimenta oscilaciones laterales. Debido al confinamiento lateral, la frecuencia de las oscilaciones se acopla fácilmente con la del fenómeno de sloshing para una caja rectangular fina. El fenómeno se registra en imágenes de video que permiten obtener la evolución temporal de la ubicación del punto de impacto del jet. Se presentan los resultados acerca de la evolución de las oscilaciones en función de los parámetros de control: caudal de inyección Q y altura de agua en equilibrio h_w . Para valores críticos de estos parámetros (o bien del número de Froude), es posible observar transiciones de modos de oscilación, cada uno con una frecuencia propia. En el espacio de parámetros se identifican las regiones de estabilidad del jet:

- **Comportamiento estable:** en el cual el espectro de potencia presenta picos de muy baja amplitud;
- **Oscilaciones regulares:** en las cuales los espectros presentan un pico muy marcado;

- **Oscilaciones irregulares:** en las cuales los espectros muestran la presencia de 2 picos principales, con amplitudes similares, y que por lo general se hacen presentes para valores de los parámetros en un entorno no muy grande de sus valores críticos.

En todos los casos, los picos corresponden a modos de sloshing impares.

057. Caracterización morfológica de gotas en evaporación mediante microscopía holográfica digital.

Budini Nicolás^{1 2 3}, Passeggi Veaute Virginia^{2 3}, Urteaga Raúl^{4 1}

¹ Instituto de Física del Litoral (IFIS)

² Universidad Nacional del Litoral (UNL)

³ Facultad de Ingeniería Química (FIQ), Departamento de Física

⁴ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

La evaporación de gotas es un fenómeno ubicuo de mucho interés científico-tecnológico en diversas áreas de estudio como impresión y recubrimiento de superficies, síntesis y cristalización de nanopartículas y nanoestructuras, diseño de chips microfluídicos, suministro controlado de drogas, diagnóstico biomédico, propagación de virus y bacterias, celdas de combustible y transferencia de calor/energía, entre otros. En este trabajo se presentan resultados de la observación de gotas sésiles de una mezcla de agua + etanol, depositadas sobre un sustrato de vidrio horizontal, mientras se evaporan al ambiente en condiciones no controladas. El modelo clásico de evaporación de una gota sésil en estas condiciones establece dos modos extremos de evaporación bien diferenciados, denominados de ángulo de contacto constante (o constant contact angle, CCA) y de radio de contacto constante (o constant contact radius, CCR). En el modo CCA la gota se retrae a medida que se evapora, reduciendo su radio mientras el ángulo de contacto se mantiene constante, y en el modo CCR la gota disminuye su espesor a medida que se evapora manteniendo el radio de contacto constante [1]. En un caso general la evaporación puede desarrollarse según alguno de estos modos o bien alternando entre uno y otro. Para estudiar la forma de la gota y su evolución durante el proceso de evaporación se utilizó la técnica de holografía digital por transmisión (en configuración tipo Mach-Zehnder). En particular, se utilizó un esquema típico de microscopía holográfica digital sin lente y fuera de eje. Mediante el procesamiento numérico del holograma obtenido es posible recuperar información de la morfología de la gota de forma cuantitativa, lo que representa la ventaja principal de la microscopía holográfica digital frente a la microscopía convencional. A partir de esta información es posible reconstruir la morfología de la muestra con muy buena resolución axial (o en profundidad), que en condiciones óptimas puede estar alrededor de los 5-10 nm. En nuestros experimentos se observaron las últimas instancias de la gota evaporándose y se caracterizó detalladamente la morfología de la misma y su evolución en función del tiempo. A partir de los datos obtenidos fue posible discriminar el modo de evaporación (CCA o CCR) dominante, obtener los parámetros morfológicos más relevantes (altura de la gota, radio, ángulo de contacto y volumen) y determinar la tasa de evaporación de líquido al ambiente. Los resultados obtenidos son compatibles con los encontrados en la bibliografía [1] y permiten mejorar la resolución espacio-temporal de la dinámica de secado de este tipo de sistemas.

[1] M. F. Martínez, M. D. Sallèse, P. Psota, C. L. A. Berli, R. Urteaga, N. Budini, A. C. Monaldi. *J. Appl. Phys.* 135, 073102 (2024). DOI: 10.1063/5.0190518

058. Estudio experimental y numérico de la convección natural de agua en una cavidad cilíndrica cerrada.

Laspiur Marta Roxana¹, Vilte María², Martínez Carlos², Domínguez Dante³, Salazar Germán Ariel^{1 2}, Rovero Adrián⁴

¹ Instituto de Investigación en Energías No Convencionales (INENCO), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

² Facultad de Ciencias Exactas (FCE), Universidad Nacional de Salta (UNSa)

³ Facultad de Ingeniería (FI), Universidad Nacional de Salta (UNSa)

⁴ Instituto de Astronomía y Física del Espacio (IAFE), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

El objetivo de este trabajo es analizar la representatividad del código computacional OpenFOAM en un sistema termodinámico sencillo, para luego aplicarlo en el modelado del comportamiento del agua en tanques cilíndricos a utilizarse para detectar radiación Cherenkov bajo condiciones climáticas de la Puna salteña. Para eso se compararon datos de temperatura medidos contra simulados a escala de laboratorio. El abordaje experimental consistió en realizar experiencias de calentamiento y enfriamiento de agua en un recinto cilíndrico a través de sus paredes laterales. Se registraron medidas de temperatura durante los ensayos en el interior del fluido y en las paredes del recinto. Se consideraron dos configuraciones del sistema: 1) aislado mediante una membrana y 2) en contacto con el ambiente del laboratorio. El rango del número de Rayleigh estudiado es de $8,08 \times 10^6 - 2,24 \times 10^7$, de Prandtl 5,85 - 6,21 y la relación de aspecto (Altura/Radio) de 2,35 - 2,62.

La simulación se realizó con el solucionador transitorio BuoyantPimpleFoam de OpenFOAM v.9, en dos dimensiones. Se consideraron tres tamaños de mallas: 50 y 130, 75 y 195, 100 y 120 divisiones radial y axial, respectivamente; confirmando

que la primera es capaz de generar resultados aceptables. Los errores absolutos y cuadrático medio determinados no superan 0.5°C entre los valores medidos y modelados de temperatura en el interior del fluido. Así, los resultados de las simulaciones realizadas en las condiciones mencionadas, concuerdan con los datos experimentales para ambas configuraciones, lo cual permitirá ajustar la herramienta computacional para la descripción del comportamiento térmico de los tanques reales.

059. Perturbaciones en flujo termocapilar debido a un gradiente térmico con simetría axial

Escobar Quiroz J F¹, Mansilla R A^{3 2}, Perazzo C A^{1 4}, Gomba J M^{3 2}

¹ *IMeTTyB, Instituto de Medicina Traslacional, Trasplante y Bioing*

² *Instituto de Física Arroyo Seco - Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires*

³ *Centro de Investigaciones en Física e Ingeniería del Centro de la Provincia de Buenos Aires (CIFICEN)*

⁴ *Departamento de Matemática, Física y Química, FICEN, Universidad Favaloro, Buenos Aires*

Cuando sobre un sustrato circular horizontal, que se encuentra sometido a un gradiente de temperatura que decrece con la distancia a su centro, se deposita en su centro una gota que lo moja completamente, la superficie del líquido experimenta un esfuerzo de corte de origen termocapilar que impulsa al mismo desde su posición inicial hacia la periferia del sustrato. De este modo, la gota evoluciona hasta adoptar la forma de un anillo circular cuyo radio crece con el tiempo, dejando dentro de sí una muy delgada capa líquida. Se ha mostrado experimentalmente [1] que, desde el inicio, la línea de contacto del anillo avanza establemente manteniendo su simetría axial. Sin embargo, cuando el anillo alcanza cierto radio crítico, su línea de contacto presenta inestabilidades, mostrando leves ondulaciones cuyas amplitudes crecen con el tiempo hasta desarrollar largos "dedos". Además, en [1] se ha establecido que la cantidad de dedos crece conforme aumenta el radio medio del anillo. En este trabajo realizamos simulaciones numéricas de este fenómeno con el objeto de estudiar su etapa inestable. Las ecuaciones a resolver son las obtenidas dentro del marco de la aproximación de lubricación junto con las hipótesis térmicas necesarias para que la temperatura de la superficie líquida replique la del sustrato. Aquí enfatizamos la investigación del modo en que el sistema es perturbado para gatillar la inestabilidad de la línea de contacto. Estudiamos tres posibilidades: perturbar la forma inicial de la gota, perturbar el perfil de temperatura del sustrato, y perturbar la topografía del sustrato. En ausencia de perturbaciones asumimos que el perfil inicial de la gota tiene la forma de un paraboloide, la temperatura disminuye logaritmicamente con el radio (excepto muy cerca del centro para evitar una divergencia) y el sustrato es plano. Para perturbar al perfil inicial, desplazamos su línea de contacto con 20 modos normales superpuestos, con número de onda azimutal de 1 hasta 20, cada uno con amplitud y fase aleatorias. Para perturbar el perfil logarítmico de temperatura, adicionamos entre 10 y 100 perturbaciones con forma de Gaussiana simétrica cuya ubicación, intensidad y ancho son aleatorios. Para perturbar la planitud del sustrato, procedimos de igual manera que en el caso anterior. Nótese que en los dos últimos casos se requiere modificar ligeramente la ecuación diferencial a resolver. En cada uno de ellos, estudiamos qué aspectos de los resultados experimentales de [1] son reproducidos por las simulaciones numéricas, el grado de injerencia de los detalles de las perturbaciones introducidas en los resultados numéricos, y comparamos entre sí las tres posibles formas consideradas de perturbar al sistema.

[1] Dominguez Torres, A., J. R. Mac Intyre, J. M. Gomba, C. A. Perazzo, P. G. Correa, A. Lopez-Villa, and A. Medina, Contact Line Motion in Axial Thermocapillary Outward Flow, *J. Fluid Mech.* 892, A8, 2020.

060. Análisis de la porosidad por secciones de muestras de hormigones drenantes por métodos gravimétricos

Arriondo R N^{1 2}, Battaglia L^{1 2}, Urteaga R³, Kler P A^{1 2}

¹ *Centro de Investigación de Métodos Computacionales (CIMEC)*

² *UTN FSRF, Grupo de Investigación en Métodos Numéricos en Ingeniería (GIMNI)*

³ *Instituto de Física del Litoral (IFIS)*

Investigar el comportamiento del flujo de líquidos en materiales porosos, enfocado en la influencia de la estructura y distribución de la porosidad, es esencial para desarrollar simulaciones computacionales que incluyan el flujo multifásico en estos materiales. Los hormigones drenantes, según su dosificación, presentan variaciones significativas en parámetros hidráulicos como la succión capilar y la permeabilidad. Al ser moldeados en capas de compactación, estos materiales pueden exhibir porosidades heterogéneas debido al proceso de llenado y a la susceptibilidad a la segregación. Aunque técnicas como la tomografía computarizada y la porosimetría describen eficazmente la distribución de poros, requieren equipos costosos y tiempos prolongados, lo cual puede ser impracticable en ciertos proyectos. En este estudio, se analizan dos muestras de hormigón drenante con diferentes dosificaciones mediante mediciones de porosidad por métodos gravimétricos y de imbibición capilar. Luego, se comparan los resultados con datos obtenidos mediante otras técnicas de ensayo. El objetivo es validar experimentos de laboratorio que puedan ser utilizados en protocolos estandarizados para caracterizar materiales porosos. La implementación de estos protocolos, basada en su confiabilidad, permitirá realizar evaluaciones precisas, económicas y replicables de las propiedades hidráulicas de los hormigones drenantes. Con esto, se busca mejorar la comprensión y el modelado de los flujos en materiales porosos, potenciando su aplicación en el desarrollo de componentes constructivos más fiables y eficientes para el diseño de infraestructuras sostenibles.

061. Estudio de nanofluidos en microcanales

Juarez Alicia Edith^{1 2 3}, Chej Lucas^{1 3}, Monastra Alejandro^{1 3}, Carusela Florencia^{1 3}, D'onofrio Alejandro^{1 3}, Ponce Belen^{1 3}, Freytes Mariana^{1 2}

¹ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

² Universidad de Buenos Aires (UBA)

³ Universidad Nacional de Gral. Sarmiento (UNGS)

La refrigeración con microfluidos es una aplicación innovadora de la microfluídica que busca mejorar la eficiencia y la gestión térmica en diversos dispositivos electrónicos. Mediante la circulación de fluidos a través de canales microscópicos situados cerca de las fuentes de calor se transfiere de manera más eficiente el mismo, debido a una mayor área de contacto entre el fluido y la fuente. En este trabajo se estudió la eficiencia de refrigeración en un sistema microfluídico en relación a los fluidos utilizados. En particular se trabajó en la síntesis y pruebas de nanofluidos. Los nanofluidos son fluidos que contienen nanopartículas que pueden ser metálicas, óxidos, nanotubos de carbono, grafeno, óxido de grafeno, etc. dispersas en el mismo. Se analizaron varios nanofluidos posibles de ser utilizados como refrigerante y que a su vez puedan marcarse con un compuesto cuya fluorescencia sea sensible a la temperatura, para obtener como en trabajos anteriores, un mapeo de temperaturas en los microcanales y de esta manera evaluar la transferencia de calor en ellos. Se llevó a cabo la síntesis de nanopartículas de plata marcadas con rodamina B. La rodamina B tiene un espectro de emisión de fluorescencia que es altamente sensible a la variación de temperatura. Las nanopartículas se resuspendieron en soluciones de agua y de etanol. Los nanofluidos con nanopartículas metálicas son conocidos por mejorar eficientemente la transferencia de calor, sin embargo uno de los mayores problemas en la utilización de nanofluidos consiste en la estabilidad de los mismos, ya que suelen producirse aglomeración y sedimentación de las nanopartículas que terminan por desaprovechar las ventajas que presentan frente a los fluidos sin nanopartículas. Se analizaron diferentes protocolos para la obtención de las nanopartículas y su posterior marcación con rodamina B, se estudió la estabilidad de la misma tanto en microcanales como en volúmenes mayores para diferentes concentraciones de nanopartículas. Para estudiar el comportamiento de estos nanofluidos en los microcanales se construyó un chip con un inserto de cobre que simulara la fuente de calor y un canal ubicado sobre dos termistores como puntos de control. Dentro del canal se estudiaron soluciones de agua y de etanol con rodamina, con y sin dispersión de nanopartículas de plata. Se analizó a su vez la mejora en la transferencia de calor con y sin caudal de fluidos y se repitieron las experiencias con intervalos largos de tiempo (del orden de las semanas) a fin de observar posibles aglomeraciones de nanopartículas y cambios en la eficiencia térmica del sistema. Paralelamente se hicieron simulaciones numéricas de los mecanismos de intercambio de calor y la dinámica del fluido.

062. Deformación durante el crecimiento de perlas de hidrogel bajo confinamiento

Falconi Sebastian¹, Roht Yanina L.¹, Oger Luc², Drazer Germán³, Ippolito Irene¹

¹ Universidad de Buenos Aires (UBA), Facultad de Ingeniería (FI), Grupo de Medios Porosos

² Univ de Rennes, Institut de Physique de Rennes, Rennes, Francia

³ Mechanical and Aerospace Engineering Department, Rutgers University, EEUU

Los hidrogeles son estructuras poliméricas que poseen la propiedad de absorber una gran cantidad de agua, hinchándose y aumentando considerablemente su tamaño. En ciertas aplicaciones, el hidrogel debe absorber líquido mientras es sometido a fuerzas que se oponen a su crecimiento; por lo tanto, resulta importante estudiar sus propiedades elásticas y fisicoquímicas bajo esfuerzo mecánico. También existen aplicaciones donde se requiere una elevada resistencia mecánica, por ejemplo, en la agricultura dado que el hidrogel se coloca en profundidad soportando la presión mecánica asociada. El objetivo de este trabajo es caracterizar la deformación de perlas de hidrogel durante su crecimiento bajo confinamiento. En una primera instancia se estudió una perla individualmente ($NH=1$), y luego, el comportamiento conjunto de 5 perlas ($NH=5$). Para ello, se utilizó un recipiente cilíndrico (diámetro $D=23$ mm, altura $h=10$ cm para $NH=1$; $D=50$ mm, $h=10$ cm para $NH=5$), y un pistón que se desliza sin rozamiento dentro del mismo. La distancia máxima que puede recorrer el pistón (H) se establece determinando la posición de un captor de fuerza. De esta manera, H caracteriza el confinamiento vertical bajo el cual deberá crecer el hidrogel, el mismo fue variado entre 4 y 12 mm. En el plano perpendicular (horizontal) a este confinamiento vertical el/los hidrogel/es crecen libremente, sin interacción con las paredes. Las perlas de hidrogel utilizadas son comerciales inicialmente secas (diámetro $D_i=(2.8 \pm 0.2)$ mm) y alcanzan un tamaño máximo $D_f=(15.5 \pm 0.5)$ mm cuando crecen libremente. Se utilizó una solución acuosa con 5 mg/L de fluoresceína disuelta, dado que no afecta la absorción de agua dentro del hidrogel y permite su visualización cuando se lo ilumina con luz UV. Durante la absorción de agua, se registró la fuerza que ejerce el hidrogel para cada H en función del tiempo y, sincronizadamente, el crecimiento del mismo en el plano horizontal con una cámara de video. A medida que el hidrogel crece ejerce una fuerza en la dirección del confinamiento, siendo su valor final mayor a medida que aumenta el confinamiento (H disminuye). El tamaño final alcanzado por los hidrogeles disminuye cuando el confinamiento aumenta, tanto para 1 como 5 hidrogeles. Definimos una deformación lateral, en el plano horizontal, relacionando el diámetro en contacto con la pared inferior con el diámetro máximo alcanzado por el hidrogel. Se observó que la fuerza ejercida durante el crecimiento en función de la deformación presenta un comportamiento no lineal, tipo ley de potencia, caracterizando la resistencia a la compresión de las perlas de hidrogel. Se encontró que el comportamiento responde a un contacto hertziano únicamente a deformaciones

pequeñas.

*Parte de este trabajo fue realizado con Luc Oger que falleció 6 de julio de 2024.

063. Influencia de la geometría del grano en los ángulos característicos bajo condiciones de humedad relativa variable

Gottfird Joel¹, Binda Leonardo¹, Roht Yanina Lucrecia¹, Gómez Arriaran Iñaki², Ippolito Irene¹

¹ Universidad de Buenos Aires (UBA), Facultad de Ingeniería (FI), Grupo de Medios Porosos

² Universidad del País Vasco (UPV/EHU), ENEDI Research Group, Escuela de Ingeniería de Gipuzkoa-Donostia

En este trabajo se estudia la influencia de la geometría del grano y de la humedad relativa sobre la estabilidad, es decir, los ángulos característicos de empaquetamientos granulares. Para ello, se clasificaron diversos materiales granulares en función de dos parámetros característicos de su geometría: la *esfericidad*, caracterizada mediante el término S y que proporciona una medida del grado de similitud de un objeto con un círculo y la *rugosidad*, caracterizada por el PAn (perímetro sobre área normalizado) y que proporciona una medida de la rugosidad de la superficie de la partícula.

Se utilizaron granos de tamaño entre 500 y 590 μm , tanto porosos (arcilla, pimienta y madera) como no porosos (vidrio y aluminio), con el objeto de analizar, además, la influencia de la porosidad interna sobre la estabilidad del apilamiento. Todos los ensayos se realizaron a humedades relativas del 75, 84 y 94 %. En cuanto al dispositivo experimental, se ha diseñado un mecanismo automatizado que permite inclinar, de forma controlada, el apilamiento durante la adquisición de las imágenes para su posterior análisis.

Se observó que tanto el ángulo de máxima estabilidad como el de reposo aumentan en función de la humedad relativa para todos los tipos de geometrías de granos, donde en el caso de grano esférico el ángulo de máxima estabilidad aumenta de forma abrupta para el caso de mayor humedad. Por otro lado, se determinó que la geometría del grano tiene una influencia mayor que la humedad relativa sobre los ángulos característicos, variando casi cuatro veces más por términos geométricos que por los efectos de la humedad. Se determinó que los ángulos característicos son directamente proporcionales al término PAn e inversamente proporcionales con la S . Además, se observó que la porosidad no afecta a dichos ángulos del empaquetamiento.

PARTÍCULAS Y CAMPOS

MARTES 17 17:30 - 19:30 hs.

Sala Angelelli

064. Caracterización end-to-end y optimización multi-dimensional de un sistema de lectura de detectores de baja temperatura multiplexados en frecuencia utilizando técnicas de Radio Definida por Software (SDR)

Bazano Francisco^{1, 2}, Pineau Javier^{1, 2}, Ferreyro Luciano², Garcia Manuel², Salum Juan Manuel², Fuster Alan²

¹ Universidad de Buenos Aires (UBA)

² Instituto de Tecnologías en Detección y Astropartículas (ITeDA), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Universidad Nacional de Gral. San Martín (UNSAM), Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA)

QUBIC (Q&U Bolometric Interferometer for Cosmology) es un proyecto de cosmología observacional dedicado a la detección de la polarización de modo B de la radiación cósmica de fondo (CMB). La observación de este peculiar modo de polarización permite explorar el origen del universo durante la época inflacionaria y su física asociada. Actualmente, la observación de los modos B representa un gran desafío instrumental dada la baja intensidad de la señal, propensa a ser contaminada por el entorno astrofísico y por errores sistemáticos del instrumento. Como solución, QUBIC propone el uso de un novedoso interferómetro bolométrico el cual combina la sensibilidad de los bolómetros criogénicos con la de los interferómetros en términos de control de errores sistemáticos. Una versión reducida del mismo, denominada demostrador tecnológico (TD), se encuentra instalado y realizando operaciones de prueba en Altos Chorrillos cerca de San Antonio de los Cobres, Provincia de Salta, a una altura de 4,820 m s.n.m. Dadas las limitaciones del TD, durante los últimos 5 años el Instituto de Tecnologías en Detección y Astropartículas (ITeDA) propuso una cadena de detección alternativa. La misma consiste en un arreglo de Micro-Bolómetros Magnéticos (MMBs) multiplexados mediante el Microwave SQUID Multiplexer (μ MUX) y leídos a través de un sistema de Radio-definida por Software (SDR).

El sistema de multiplexación propuesto hace uso de la exquisita sensibilidad de los RF-SQUIDS (Radio-Frequency Superconducting Quantum Interference Devices) para codificar las señales de cada detector en la frecuencia de resonancia de varios resonadores de microondas superconductores. Esto permite multiplexar todo el arreglo de detectores en un único par de líneas coaxiales entrando el crióstato, representando una importante reducción en la carga térmica y permitiendo alcanzar factores de multiplexación en el orden de 1000 dado el gran ancho de banda de los Amplificadores de Bajo Ruido criogénicos (LNA). Sin embargo, este sistema impone fuertes requerimientos a los sistemas SDR y componentes de microondas para monitorear el estado de cada resonador y descifrar la señal del detector presentando al mismo tiempo niveles de ruido menor al de los detectores ($5 \times 10^{-17} \text{ W}/(\sqrt{\text{Hz}})$).

El objetivo de este trabajo es caracterizar el camino de la señal de RF, desde su generación hasta su recepción con la intención de encontrar criterios de optimización los cuales maximicen la sensibilidad de detección. Esto implica estudiar cómo la señal interactúa con el sistema de multiplexación, conformado por el μ MUX y el sistema de lectura SDR (Software-Defined Radio). Para eso se implementaron rutinas de caracterización de ruido, creadas a partir del estudio de circuitos no superconductores operando a temperatura ambiente, pero con características similares a los que se busca estudiar. De esta manera se buscó realizar la generación de rutinas de auto-diagnóstico y auto-calibración del sistema completo, utilizando el sistema SDR y minimizando la necesidad de instrumental de laboratorio.

065. Condiciones de contorno conformes en Relatividad General

Di Pierro Valentino¹, Arias Raúl²

¹ Universidad Nacional de La Plata (UNLP)

² Instituto de Física de La Plata (IFLP)

En el año 1915 Albert Einstein publicó su teoría de la Relatividad General, en la cual presenta una de sus ecuaciones más famosas para describir la gravedad. Un tiempo más tarde, Einstein y Hilbert (en simultáneo) presentan la acción que lleva sus nombres, de la cual al extremarla se obtienen las ecuaciones de movimiento de Einstein. Sin embargo, este objeto es problemático cuando se quieren imponer condiciones de Dirichlet, puesto que su variación no solo depende de la variación de la métrica sino también de la variación de la derivada de la métrica. Gibbons, Hawking y York modificaron la acción de Einstein-Hilbert agregando un término de borde que soluciona el problema variacional. A partir de esta acción, Hawking corroboró que la función de partición gravitatoria recupera los resultados obtenidos para la entropía de agujeros negros reobteniendo así los resultados que obtuvo mediante otros cálculos.

Basándonos en los trabajos [1, 2], donde se demuestra que imponer condiciones Dirichlet a las ecuaciones de Einstein es un problema que no está bien definido, utilizaremos un tipo de condiciones de borde llamadas "conformes" que solucionan el problema, modificando el término de Gibbons-Hawking-York de la acción gravitatoria y dándole un sentido físico a las

soluciones para la ecuación de Einstein con estas nuevas condiciones de borde. A partir de este desarrollo, se pueden calcular la entropía de un agujero negro para esta nueva acción. Luego se estudiará cómo se modifican ciertas cantidades termodinámicas en espacios de Sitter siguiendo el trabajo [3].

[1] Anderson M T 2008 *Geometry and Topology* 12 2009–2045 ISSN 1465-3060

[2] Zhongshan An and Michael T Anderson 2021 *Class. Quantum Grav.* 38 154001.

[3] Dionysios Anninos, Damián A. Galante, and Chawakorn Maneerat. "Cosmological Observatories".

066. Teoría doble de Liouville y su reciente aplicación a holografía

Sivilotti Bruno¹, Schmieid Pedro^{1,2}, Leston Mauricio^{1,2,3}, Giribet Gaston⁴

¹ *Departamento de Física, Universidad de Buenos Aires FCEN-UBA Ciudad Universitaria, Pabellón 1, 1428, Buenos Aires, Argentina.*

² *Instituto de Física de Buenos Aires (IFIBA), IFIBA-CONICET, Ciudad Universitaria, Pabellón 1, 1428, Buenos Aires, Argentina*

³ *Instituto de Astronomía y Física del Espacio (IAFE), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Ciudad Universitaria, IAFE, 1428, Buenos Aires, Argentina.*

⁴ *Department of Physics, New York University, 726 Broadway, New York, NY10003, USA.*

La teoría de Liouville es una teoría de campos conforme que aparece recurrentemente en distintas áreas de la física teórica de altas energías. Sus aplicaciones van desde la cuantización de la teoría de cuerdas, el estudio de la gravedad cuántica en 2+1 dimensiones, cálculos de amplitudes de scattering en el contexto de "holografía celeste", entre otros. Recientemente Herman Verlinde y Mengyang Zhang propusieron una conexión entre la teoría de Liouville, el modelo SYK, y gravedad cuántica en el espacio de De-Sitter [1]. El modelo estudiado por Verlinde y su colaborador consiste en un modelo de gravedad cuántica en dS_2 conformado por dos teorías de Liouville cada una con carga central compleja. En su trabajo ellos argumentan que dicho modelo resulta dual al modelo SYK (de doble escala) y a su vez a gravedad cuántica en dS_3 . En este trabajo, inspirados por el trabajo de Verlinde y su colaborador, estudiamos un modelo compuesto por dos teorías de Liouville acopladas de forma tal de preservar la invariancia conforme. Los objetivos principales del trabajo son el cálculo explícito de observables en la teoría interactuante a tercer orden en la teoría perturbativa, y la interpretación de la interacción desde el punto de vista de la teoría dual propuesta por [6]. Mediante el formalismo de gas de Coulomb, previamente utilizado en [2] y [3], obtenemos una expresión formal para las funciones de correlación de la teoría en la esfera y logramos calcular la función de partición hasta 3er orden en la interacción de ambas teorías. Más aún, el método nos permite estudiar las diferencias entre distintas maneras de continuar analíticamente a las funciones de correlación de la teoría, relacionado con el problema de la extensión analítica de la fórmula de DOZZ para una teoría de Liouville timelike [4 y 5]. Por último, discutiremos cómo esta construcción y cálculos obtenidos se traducen del lado de gravedad cuántica en De-Sitter.

[1] H. Verlinde y M. Zhang, "SYK Correlators from 2D Liouville-de Sitter Gravity", arXiv:2402.02584.

[2] G. Giribet, "On the timelike Liouville three-point function," *Phys. Rev. D* 85, 086009 (2012) [arXiv:1110.6118 [hep-th]].

[3] G. Giribet and M. Leoni, "2D quantum gravity partition function on the fluctuating sphere," [arXiv:2206.05546 [hep-th]].

[4] D. Harlow, J. Maltz and E. Witten, "Analytic Continuation of Liouville Theory," *JHEP* 12 (2011), 071 [arXiv:1108.4417 [hep-th]].

[5] A. B. Zamolodchikov, "Three-point function in the minimal Liouville gravity," *Theor. Math. Phys.* 142 (2005) 183–196, hep-th/0505063.

067. Estudio de la inflación cosmológica como un mecanismo entrópico

Abaca F M¹, Zamora J D², Zossi M¹

¹ *Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología (FACET), Laboratorio de Ionosfera, Atmosfera Neutra y Magnetosfera*

² *Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Instituto de Física del Noroeste Argentino*

La cosmología entrópica proporciona una comprensión física alternativa de la expansión acelerada tardía del universo, la cual parece ser una consecuencia de la entropía, asociada con el almacenamiento de información en el universo. Por lo tanto, bajo esta marco teórico, no es necesario suponer una energía oscura de manera ad hoc. En este trabajo, investigamos las implicaciones de un modelo del universo mono-componente (solo compuesto por radiación), y también multi-componente (compuesto tanto por radiación como por materia no relativista), incluyendo un término de ley de potencia subdominante dentro de un modelo termodinámicamente admisible. Analizamos el comportamiento para diferentes combinaciones de los parámetros y los comparamos con otros modelos cosmológicos, las dependencias observadas del corrimiento al rojo del parámetro de Hubble H y los datos de distancia de luminosidad obtenidos de supernovas. Además, el análisis se basa en una escala de entropía con una potencia arbitraria del radio de Hubble en lugar de una entropía específica. Esto nos

permite inferir simultáneamente diferentes modelos, compararlos y conservar el exponente de escala como un parámetro que puede ajustarse a los datos observacionales, brindando así información sobre la forma de la entropía y la temperatura cosmológicas reales. Demostramos que el término de corrección introducido es capaz de explicar diferentes períodos de aceleración y desaceleración en el universo de tiempos tardíos al resolver el modelo numéricamente.

068. Entropías de Renyi S_n en el límite $n \rightarrow 0$ en AdS/CFT y fluidos perfectos

Martínez Pedro Jorge¹, Casini Horacio², Torroba Gonzalo², Agón Cesar²

¹ Instituto de Física de La Plata (IFLP)

² Centro Atómico Bariloche (CAB)

La prescripciones de Ryu-Takayanagi para el cálculo de Entropías de Entrelazamiento S_1 , y Maldacena-Lewkowicz y Dong para el cálculo de Entropías de Renyi Holográficas S_n son herramientas fundamentales dentro de la dualidad AdS/CFT y son un ejemplo de cómo objetos geométricos de la teoría de gravedad (el área de una brana) contiene objetos definidos en teoría de la información de la teoría de campos dual. Si bien la prescripción de Dong es inmediata de escribir, requiere una solución de gravedad en interacción con una brana cósmica. Soluciones analíticas a estas ecuaciones son escasas en la literatura. En este trabajo, concentrándonos en el límite $n \rightarrow 0$ de este problema, encontramos una solución analítica a primer orden en este límite para cualquier número de intervalos y formas del subsistema, que es suficiente para estimar S_n en el límite $n \rightarrow 0$. Este es un resultado destacable aún siendo una solución aproximada y revela una estructura de fluidos euclídeos en el borde que discutiremos en la charla. S_n en el límite $n \rightarrow 0$ está dado entonces en términos de una integral de las temperaturas locales del fluido Euclideo en el borde. Para el caso de AdS3 se puede obtener una solución exacta al problema. Comentaremos también sobre estas soluciones y sus propiedades.

069. Teorías gravito-electromagnéticas de Born-Infeld à la Palatini

Ahumada Acuña Guadalupe Isabel¹, Ferraro Rafael², Bejarano Cecilia²

¹ Universidad de Buenos Aires (UBA), Instituto de Astronomía y Física del Espacio (IAFE)

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

Born e Infeld formularon una electrodinámica no lineal con el propósito de obtener soluciones libres de singularidades para las fuentes puntuales. El lagrangiano de Maxwell se obtiene como caso particular de esta teoría haciendo tender a infinito la así llamada constante de Born-Infeld (constante con dimensiones del campo que fija la escala a la cual comienzan a manifestarse los comportamientos no lineales). Con la intención de reproducir esta característica de eliminar (o suavizar) las singularidades de la teoría surge como analogía la gravedad tipo Born-Infeld. Las teorías de gravedad, entendida como un fenómeno geométrico, pueden ser enunciadas con mayor generalidad a partir de la formulación métrico-afín (o à la Palatini), donde la métrica y la conexión son tratadas como variables completamente independientes a nivel de la acción. Las teorías de tipo métrico-afín permiten incorporar estructuras geométricas más generales pues, además de la curvatura y de la torsión, admiten no-metricidad (i.e., la derivada covariante de la métrica es no nula).

En el presente trabajo se estudian las teorías de Born-Infeld-Einstein (con o sin acoplamiento mínimo con el campo electromagnético) mediante un tratamiento à la Palatini, obteniendo de éste las ecuaciones para el campo gravitatorio, el campo electromagnético y las ecuaciones que fijan la conexión. Se busca determinar si configuraciones de electrovacío (soluciones a las ecuaciones de Einstein-Maxwell) conocidas son suavizadas o deformadas cuando su dinámica se inscribe en ese tipo de teorías. En este sentido se continuará el análisis de configuraciones con simetría esférica, y se comenzará la búsqueda de soluciones de teorías de Born-Infeld-Einstein en métricas del tipo Siklos.

070. Entropía de Entrelazamiento y la Paradoja de la Información en Agujeros Negros

Fondevila Daniel¹

¹ Universidad de Buenos Aires (UBA), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN), Departamento de Física

El entendimiento general del mundo físico esta apoyado en dos teorías fundamentales. El Modelo Estándar es una teoría de campos cuánticos que nos permite entender y predecir con gran precisión la física de partículas a altas energías. Esta teoría comprende 3 de las 4 fuerzas fundamentales en un mismo marco teórico, la fuerza electromagnética, la fuerza débil y la fuerza fuerte. Por otro lado, la Relatividad General de Einstein es una teoría geométrica que describe de manera elegante y precisa la fuerza de la gravedad. Si bien con estas dos teorías se logra cubrir una gran inmensidad de escenarios físicos, existen dos problemas en particular que requieren de una descripción cuántica de la gravedad: el interior de los agujeros negros y el comienzo del universo.

En 1974 Hawking mostró, al combinar teoría cuántica de campos con relatividad general, que los agujeros negros tienen color. Los mismos radian y tienen una temperatura asociada, convirtiéndolos en objetos termodinámicos que cumplen leyes termodinámicas gravitatorias bien definidas. Como los agujeros negros son configuraciones macroscópicas de la geometría, entenderlos a nivel microscópico requiere de una teoría cuántica de la gravedad.

Hawking a su vez se dio cuenta de que existe un problema conceptual muy importante cuando nos preguntamos que sucede con la información que cae dentro de un agujero negro. Un agujero negro formado por masas equivalentes de elefantes o la biblioteca de Alejandría tiene la misma temperatura y en la radiación emitida es imposible recuperar información alguna de aquello que lo formó. Esto representa una violación al principio de unitariedad de la evolución temporal de un sistema cuántico ordinario. Este problema es conocido como la Paradoja de la Pérdida de la Información en Agujeros Negros y el mismo marca una clara tensión entre la teoría gravitatoria y la teoría cuántica, convirtiéndolo en objeto de estudio central en el área de gravedad cuántica.

En los últimos 5 años hubo un gran avance en el entendimiento alrededor de la paradoja, principalmente dos trabajos [1,2] revelan un camino para entender el comportamiento de la denominada Curva de Page, la cual cuantifica la evolución entrópica de los agujeros negros y su radiación. Se considera un modelo de juguete en 2 dimensiones, lo suficientemente complejo como para hacer preguntas relevantes y lo suficientemente simple como para poder responderlas. Este modelo conocido como gravedad JT acoplado a una teoría de campos conformes (CFT) permite computar la entropía de entrelazamiento de la radiación del agujero negro y estudiar su comportamiento por medio de la fórmula de Islas.

En sus inicios, la fórmula de Ryu-Takayanagi fue conjeturada en el contexto holográfico de la correspondencia AdS/CFT. Con el tiempo, la misma fue generalizada y refinada culminando en la actual fórmula de Islas, la cual permite resolver (al menos parcialmente) la paradoja de la información. La misma prescribe el procedimiento que debe tomarse para computar la entropía de entrelazamiento para la materia en presencia de gravedad. Lo sorprendente y novedoso de esta fórmula es que los autores lograron derivarla por medio de un cómputo semiclásico utilizando la integral de caminos gravitatoria, sin la necesidad de tomar en cuenta consideraciones holográficas ni cuerdistas.

En esta charla presentaré el modelo de gravedad JT acoplado a una CFT para discutir el comportamiento de la entropía de entrelazamiento de la radiación y enfatizar las consecuencias del cálculo en el contexto de la paradoja de la información en agujeros negros.

[1] A. Almheiri et al. Replica wormholes and the entropy of Hawking radiation. 2020

[2] G. Penington et al. Replica wormholes and the black hole interior. 2020

071. Estudios de anisotropías en las direcciones de arribo de los rayos cósmicos de ultra-alta energía detectados por el Observatorio Pierre Auger

Dominguez Tomás¹

¹ Instituto Balseiro (IB)

Se aplicó el método de autocorrelación de pares para estudiar las señales de anisotropías que se producirían si 3% de los rayos cósmicos detectados por el Observatorio Pierre Auger con energías mayores a 32 EeV provinieran de la galaxia con núcleo activo Centaurus A. Se consideraron las deflexiones producidas tanto por los campos magnéticos galácticos como intergalácticos. Se compararon composiciones puras de nitrógeno o helio con composiciones mixtas de nitrógeno y helio. Dentro de estos escenarios, aquellos en los que se consideró una composición mixta y una deflexión en el campo magnético intergaláctico mostraron señales menos significativas de anisotropías. Se estudió un escenario en el que se tiene un estimador de composición de los rayos cósmicos y se seleccionan los eventos candidatos a ser los más livianos del conjunto total, obteniendo que a partir de ~20% de eventos livianos de la fuente simulada se observan señales de anisotropías más significativas que utilizando la estadística completa de eventos, para el caso considerado.

072. Cargas conservadas y Teorema de Noether en sistemas gravitatorios

Zalduendo Iñaki¹, Silva Guillermo^{2,3}

¹ Universidad de Buenos Aires (UBA), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN), Departamento de Física

² Instituto de Física de La Plata (IFLP), Departamento de Física

³ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

La idea de ley de conservación tiene una larga y profunda historia, siendo un concepto transversal a todas las áreas de la física. Independientemente de los procesos dinámicos involucrados, la existencia de cantidades dinámicamente invariantes ha constituido un ingrediente esencial en la descripción de la evolución del sistema.

A nivel matemático, las leyes de conservación están profundamente conectadas con la existencia de transformaciones de simetría en el principio variacional. Este hecho crucial fue reconocido por Emmy Noether en 1918 [1]. Su trabajo proporcionó las bases para una comprensión profunda de las leyes de conservación asociadas a transformaciones globales en mecánica clásica y en la teoría clásica de campos. Asimismo, sentó las bases para la comprensión de las leyes de conservación en la teoría de relatividad general, que como es bien conocido carece de una definición local para el tensor de energía-impulso del campo gravitatorio. La definición de energía en el contexto de gravedad de Einstein ha sido un tema de investigación y debate muy importante a lo largo de s.XX.

En la charla discutiré la noción de simetría asintótica introducida en los '60 por Bondi, van der Burg, Metzner y Sachs (BMS) para espacios-tiempos asintóticamente planos de relatividad general [2] y su relación con un conjunto de difeomorfismos muy particulares conocidos como difeomorfismos largos o vectores de Killing asintóticos. Mostraré, como dan origen a simetrías globales, a pesar de estar paradójicamente construidas a partir de invarianzas locales [3,4]. Si el tiempo lo permite, mencionaré mi tema de trabajo de tesis que consiste en la extensión de estos temas a espacio-tiempos tipo de Sitter ($\Lambda > 0$).

[1] E. Noether, "Invariante Variationsprobleme," Nachrichten Kgl. Ges. d. Wiss. z. Göttingen, Math.-phys. Kl. 2 (1918) 235.

[2] H. Bondi, M. G. J. Van der Burg and A. W. K. Metzner, "Gravitational waves in general relativity. VII. Waves from axi-symmetric isolated systems", Proc. Roy. Soc. Lond. A 269 (1962) 21; R. K. Sachs, "Gravitational waves in general relativity. VIII. Waves in asymptotically flat space-time", Proc. Roy. Soc. Lond. A 270 (1962) 103; R. K. Sachs, "Asymptotic symmetries in gravitational theory", Phys. Rev. 128 (1962) 2851

[3] M. Bañados and I. A. Reyes, "A short review on Noether's theorems, gauge symmetries and boundary terms," Int. J. Mod. Phys. D 25 (2016) no.10, 1630021

[4] M Guica, "Asymptotic symmetries, black holes, and holography", Lecture notes @IPhT. [https://www.ipht.fr/DocsphT//articles/t18/018/p/Guica lecture notes.pdf](https://www.ipht.fr/DocsphT//articles/t18/018/p/Guica%20lecture%20notes.pdf)

073. Dispersión de fotones y gravitones: primer orden no trivial en teoría de perturbaciones.

Zapata Soñez Altuna Lautaro¹, Kozameh Carlos¹

¹ Facultad de Matemática Astronomía, Física y Computación (FAMAF)

El trabajo final de licenciatura estará centrado en la dispersión de fotones y gravitones en el primer orden no trivial en teoría de perturbación. El marco teórico de este trabajo usa los espacio-tiempos asintóticamente planos junto con un formalismo de cuantificación asintótica proveniente de la teoría cuántica de campos. Finalmente, usando la formulación de NSF en relatividad general uno puede encontrar el primer orden no trivial de esta interacción y obtener una matriz de dispersión para estas partículas.

074. Reconstrucción de trazas de muones en la región de la Anomalía del Atlántico Sur

Martinez Camila Belen¹

¹ Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN), Universidad de Buenos Aires (UBA)

La anomalía del atlántico sur (S.A.A. por sus siglas en inglés) es una región en la cual la parte interna del cinturón de Van Allen tiene una distancia mínima en relación a la superficie de la tierra. Esta anomalía es producida por un "hundimiento" del campo magnético terrestre debido al desplazamiento excéntrico del centro del campo magnético en relación al centro geográfico de la Tierra. La S.A.A. es una zona de campo magnético anormalmente débil, cuyo centro está ubicado en el sur de Brasil, en coordenadas ecuatoriales 26S y 52W. Debido al bajo campo magnético, hay una mayor precipitación de partículas, principalmente protones, en la atmósfera. Por este motivo resulta de especial interés científico caracterizar el flujo de muones en esa locación. Se cuenta con un valioso conjunto de datos científicos de la colaboración CONNIE, que consisten en varios años de imágenes tomadas con una pila de 8 sensores CCDs (Charged Couple Devices) en las cercanías del reactor nuclear de Angra 2 en Rio de Janeiro, Brasil. Este tipo de sensores pixelados de Silicio permiten el depósito de carga sobre el mismo dado por las partículas que lo atraviesan (es necesario realizar una calibración en energía). En este trabajo en curso de tesis de licenciatura se busca la reconstrucción de trazas de muones 3D para estimar su distribución angular y flujo total, y estudiar la evolución temporal del mismo en esta región de interés. Se desarrolla entonces un algoritmo para identificar muones a partir de una imagen cruda y caracterizarlos geométricamente. Haciendo esto para cada sensor se puede luego buscar coincidencias a través del stack vertical para identificar las trazas, teniendo en cuenta la física de la partícula. El muon, proveniente de rayos cósmicos, es una MIP (Minimum Ionizing Particle) es decir que su tasa de pérdida de energía media al atravesar un material es mínima. Esto se observa en la carga depositada de manera uniforme a lo largo de su paso por el sensor (considerando la difusión), y por lo tanto no se espera ver un cambio significativo en dirección ni intensidad al interactuar con los sucesivos sensores del array. Logrado esto se espera también poder utilizar este algoritmo para la calibración espacial de un stack de sensores Skipper CCD, que tienen ultra bajo ruido de lectura y son por lo tanto una prometedora tecnología para la construcción experimentos de varios kilogramos que investiguen retrocesos de electrones producidos por dispersión de materia oscura.

[1] C. E. Barton. International geomagnetic reference field: The seventh generation. Journal of geomagnetism and geoelectricity, 49(2-3):123–148, 1997. doi: 10.5636/jgg.49.123.

[2] Alexis Aguilar-Arevalo et al. Exploring low-energy neutrino physics with the Coherent Neutrino Nucleus Interaction Experiment. Phys. Rev. D, 100(9):092005, 2019. doi: 10.1103/PhysRevD.100.092005.

[3] A. Aguilar-Arevalo et al. Results of the Engineering Run of the Coherent Neutrino Nucleus Interaction Experiment (CONNIE). JINST, 11(07):P07024, 2016. doi: 10.1088/1748-0221/11/07/P07024.

[4] Ryan Plestid, Volodymyr Takhistov, Yu-Dai Tsai, Torsten Bringmann, Alexander Kusenko, and Maxim Pospelov. New Constraints on Millicharged Particles from Cosmic-ray Production. Phys. Rev. D, 102:115032, 2020. doi: 10.1103/PhysRevD.102.115032.

075. Desarrollo de un detector de muones basado en centelladores orgánicos operando a temperaturas sub-Kelvin

Flores Cenoz I¹, Dell' Aringa F G¹, Hampel M R²

¹ Universidad de Buenos Aires (UBA)

² Instituto de Tecnologías en Detección y Astropartículas (ITeDA)

En el universo se producen varios eventos de alta energía, como supernovas o la formación de agujeros negros. Como consecuencia de estos eventos, recibimos un flujo constante de rayos cósmicos en forma de protones y partículas alfa. Cuando estas partículas impactan la atmósfera superior, producen cascadas atmosféricas extendidas en las que se generan otros tipos de partículas, entre ellas los muones. Los muones poseen un alto poder de penetración y, debido a esta característica, constituyen el ruido de fondo de varios experimentos de detección de partículas. Por este motivo, en estos experimentos es necesario implementar un escudo activo, también conocido como veto de muones, para marcar cualquier actividad inducida por muones. Un ejemplo de estos experimentos es el proyecto ECHO[1], que busca obtener la masa del neutrino electrónico.

Tradicionalmente, en este tipo de experimentos, los detectores del veto de muones se colocan alrededor del criostato que alberga los detectores primarios. Esto provoca que el veto sea de gran tamaño, lo que implica dificultades en su instalación dentro de los laboratorios subterráneos donde suelen localizarse. Por este motivo, se plantea la posibilidad de ubicar el detector del veto de muones dentro del criostato, rodeando al experimento. De esta manera, el veto tendrá un tamaño mucho más reducido, permitiendo un uso más eficiente del espacio en el laboratorio[2,3].

Bajo este contexto, se desarrolló un montaje experimental dentro de un criostato Bluefors LD250 que implementa el uso de detectores basados en fotomultiplicadores de silicio (SiPMs)[4], junto a centelladores orgánicos y fibras ópticas centelladoras operando a temperaturas criogénicas, con el propósito de utilizarlos como veto de muones en investigaciones futuras.

Se llevó a cabo la caracterización de los SiPMs, donde se determinaron experimentalmente los valores medios de carga y amplitud producidos por un fotoelectrón. Asimismo, se caracterizó la ganancia de los fotodetectores en función del valor de tensión de polarización. De esta medición, se obtuvieron los valores de tensión de ruptura de cada SiPM, un parámetro necesario para su correcta polarización.

Se realizó la adquisición de datos de eventos de partículas y se caracterizó el número de fotones detectados por partícula. Se puso en funcionamiento el criostato de dilución y se repitió la caracterización de las señales generadas para diferentes temperaturas. Finalmente, se realizó la comparativa de los datos obtenidos para las distintas temperaturas.

[1] L. Gastaldo, K. Blaum, K. Chrysalidis, et al., Eur. Phys. J. Spec. Top. 226 (2017) 1623-1694.

[2] A. Erhart, V. Wagner, A. Wex, et al., arXiv:2310.08457v1 [physics.ins-det] (2023).

[3] A. Erhart, V. Wagner, L. Klinkenberg, et al., J. Low Temp. Phys. 209 (2022) 346-354.

[4] B. Dolgoshein, A. Ilyin, V. Kantserov, et al., ICFA Instrum. Bull. (2001).

076. Campos cuánticos en espacio tiempo de de Sitter y Teoría de Grupos

Mizrahi Rodi Manuel Federico¹, Silva Guillermo A.², Martinez Pedro J.²

¹ Universidad de Buenos Aires (UBA), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN), Departamento de Física

² Instituto de Física de La Plata (IFLP)

Vesto Slipher, Carl Wirtz, Knut Lundmark, Georges Lemaître y Edwin Hubble descubrieron en los años '20s que el universo se expandía. En los '90s, Saul Perlmutter, Brian Schmidt, Adam Riess y sus grupos demostraron que la expansión es acelerada. Si esta expansión continúa, dentro de un billón de años, toda la radiación cósmica se habrá diluido a tamaños más allá del horizonte cosmológico y el universo observable estará entonces gobernado por fluctuaciones térmicas y cuánticas en una cavidad cósmica sin estructura. Nuestra cavidad se encontrará a la temperatura de Gibbons+Hawking $T \sim 1,7 \times 10^{-29}$ K y la principal fuente de energía estará dada por la componente de constante cosmológica, la única que no se diluye por efectos de la expansión, y que hoy constituye $\Omega_\Lambda \sim 70\%$ de la energía presente en el universo [1]. El espacio tiempo de de Sitter resulta el modelo mas simple para aproximar un universo cuya densidad de energía está dominada por una constante cosmológica positiva.

En la presente charla discutiremos la geometría del espacio-tiempo de de Sitter: su definición y los diversos sistemas de coordenadas existentes para su descripción. Estudiaremos la cuantización de campos escalares en espacios de de Sitter

y mostraremos la conexión elucidada por Wigner entre ecuaciones de campo y teoría de grupos mostrando cómo la masa del campo determina la representación irreducible bajo la cual transforman los estados de una partícula.

[1] D. Baumann, "TASI Lectures on Inflation", [arXiv:0907.5424 [hep-th]].

[2] N. D. Birrell and P. C. W. Davies, *Quantum Fields in Curved Space*. Cambridge University Press, 1982.

[3] GA Silva, "de Sitter Ideas", Notas no publicadas (<https://guilleasilva.wixsite.com/index/notas-y-lectures>).

[4] A. Rios Fukelman, M. Sempé and G.A. Silva, "Notes on gauge fields and discrete series representations in de Sitter spacetimes", *JHEP* 2024, 011

077. Caracterización de sensores CMOS para detección de partículas

Cammarata Florencia¹, López Maggi Pilar¹, Botti Ana², Bonifazi Carla³, Rodrigues Darío⁴, Tiffenberg Javier²

¹ Universidad de Buenos Aires (UBA), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN), Departamento de Física, Buenos Aires, Argentina

² Fermi National Accelerator Laboratory, Batavia IL, Estados Unidos

³ Centro Internacional de Estudios Avanzados (ICASA), Instituto de Ciencias Físicas (ICIFI), Universidad Nacional de Gral. San Martín (UNSAM), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina

⁴ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Universidad de Buenos Aires (UBA), Instituto de Física de Buenos Aires (IFIBA), Buenos Aires, Argentina

Los sensores CMOS (*Complementary Metal-Oxide-Semiconductor*) son dispositivos de silicio pixelado con alta resolución espacial y temporal y bajo ruido de lectura. Al ser atravesados por partículas cargadas, la ionización producida en el cristal permite reconstruir sus trazas, gracias a lo cual estos sensores pueden ser empleados como detectores de partículas de bajo costo. En el Laboratorio Argentino de Mediciones de Bajo umbral de Detección y sus Aplicaciones (LAMBDA) estamos explorando esta posibilidad, y resulta de interés caracterizar exhaustivamente el comportamiento de los sensores. El objetivo de nuestro trabajo fue el desarrollo e implementación de una técnica de calibración para sensores CMOS basada en la iluminación homogénea con una pantalla RGB, con el propósito principal de hallar el factor de conversión a electrones desde las unidades de los datos crudos provistos por el sensor (*Analog-to-Digital Units*, o ADUs). El principio de funcionamiento del sistema propuesto se basa en el hecho de que la carga en electrones de un píxel iluminado con una cierta intensidad se rige por la estadística de Poisson. Debido a esto, si se ilumina homogéneamente a un conjunto de píxeles (la totalidad del sensor o una región específica), todos deberán seguir una misma distribución de carga, por lo que es posible construir dicha distribución a partir de la carga en ADUs de todos ellos. Una vez hecho esto para muchas intensidades diferentes, puede construirse la curva de transferencia de fotones, que indica el valor de la varianza de la carga en función de su esperanza. Recordando que, en unidades electrónicas, cada punto debe seguir una distribución de Poisson, esto permite obtener el factor de conversión buscado. Con el sistema propuesto, en primer lugar identificamos la distribución de filtros cromáticos de los píxeles del sensor, aprovechando la posibilidad de iluminar con diferentes colores. Luego, variamos la intensidad de iluminación hasta obtener niveles de carga en todo el rango dinámico del sensor (desde carga nula hasta un orden de magnitud de miles de electrones), y construimos las curvas de transferencia de fotones para los píxeles de cada color, permitiendo calcular sus respectivos factores de conversión; este proceso se repitió para distintos valores de ganancia del sensor. Observamos que las curvas de transferencia de fotones no resultaban lineales, indicando que los factores de conversión dependen del nivel de carga de los píxeles. Finalmente, trabajamos en la utilización del sensor CMOS para la detección de muones de fondo, considerando diferentes posiciones y tiempos de exposición.

078. Clasificación algebraica de soluciones de electrovacío en 5D

Iturriza Ramírez Joaquín¹, Ferraro Rafael¹, Arcodía Marcos¹

¹ Instituto de Astronomía y Física del Espacio (IAFE), Universidad de Buenos Aires (UBA)

En el contexto de la física de altas energías actual resulta imprescindible estudiar espacio-tiempos de dimensión superior a cuatro ya que los mismos juegan un papel muy importante tanto en la teoría de cuerdas, como en las correspondencias holográficas.

Una forma de encontrar espaciotiempos en dimensiones superiores es intentar generalizar las soluciones conocidas en 4D. Dada la importancia de los agujeros negros en la física teórica actual, resulta natural buscar dicha generalización para estos objetos. Al extender la idea de "agujero negro" a dimensiones superiores surge la posibilidad de "objetos negros" más generales, extendidos en el espacio, como es el caso de los anillos negros, con propiedades topológicas diferentes a los agujeros negros en 4D. Más aún si pensamos en agujeros negros rotantes los mismos son sustancialmente diferentes al caso 4D. Esto se debe a que en dimensión mayor se pueden formar varios planos en los cuales un cuerpo podría rotar de manera independiente.

Las soluciones de agujero negro rotante sin carga para las ecuaciones de Einstein en dimensión arbitraria D fueron encontradas por Myers y Perry en 1986. Estas soluciones generalizan la solución 4D de Kerr y dependen de la masa y de $[(D-1)/2]$ momentos angulares. Las soluciones de agujeros negros cargados pueden enmarcarse dentro de las soluciones de electrovacío. Una solución de electrovacío consiste en un par (A, g) , donde A es una 1-forma que representa un potencial electromagnético y g es una métrica en el espacio-tiempo. El potencial electromagnético A satisface las ecuaciones de Maxwell homogéneas para la geometría g , y a su vez la métrica g satisface las ecuaciones de Einstein que tienen por

fuerza al campo electromagnético $F = dA$. La solución clásica cargada no rotante se conoce como agujero negro de Reissner-Nordström y fue generalizada a cualquier dimensión del espacio-tiempo por Tangherlini en 1963.

La combinación de carga eléctrica y rotación en cuatro dimensiones puede hacerse sin problema, dando como resultado la conocida métrica de Kerr-Newmann. Sin embargo, aún no ha sido posible obtener una solución con todos los momentos angulares libres para dimensiones superiores.

En 2005 Chong-Cvetič-Lü-Pope (CCLP), partiendo de la supergravedad 5D "mínimamente gaugeada" obtuvieron una solución cargada y rotante, con dos momentos angulares, masa y carga NUT arbitrarias [1]. Esta combinación de geometría y campo electromagnético resuelve las ecuaciones de Einstein y Maxwell-Chern-Simons (EMCS) pero sólo para un acoplamiento de Chern-Simons determinado.

En el año 2018 se encontró una familia de métricas que tienen como caso particular a la geometría de CCLP [2]. Se desconoce aún si estas métricas son todas físicamente equivalentes a CCLP o si son efectivamente geometrías diferentes. Una estrategia promisoriosa para dar respuesta a este interrogante es la utilización de la clasificación algebraica de espacio-tiempos en cinco dimensiones.

En cuatro dimensiones, la clasificación de espacio-tiempos de Petrov ayuda a encontrar soluciones para las ecuaciones de Einstein y a su vez las clasifica en seis clases de acuerdo a las simetrías del tensor de Weyl en cada evento. A su vez estas clases caracterizan geometrías de diferente naturaleza física. Por ejemplo, las soluciones de agujeros negros están contenidas en el tipo D de esta clasificación. En dimensión cinco existen dos clasificaciones algebraicas análogas a esta y que no son equivalentes entre sí.

Analizar la clasificación algebraica de la familia de soluciones en Ref. [2] nos permitiría discernir si son todas del mismo tipo algebraico que CCLP, o esto depende de los valores de los parámetros.

[1] Z.-W. Chong, M. Cvetič, H. Lü, y C. N. Pope. General Nonextremal Rotating Black Holes in Minimal Five-Dimensional Gauged Supergravity. *Phys. Rev. Lett.*, 95:161301, oct 2005.

[2] R. Ferraro. Electrovacuum geometries in five dimensions. *Phys. Rev. D*, 98:124042, dic 2018.

079. Caracterización end-to-end y optimización multi-dimensional de un sistema de lectura de detectores de baja temperatura multiplexados en frecuencia utilizando técnicas de Radio Definida por Software (SDR)

Pineau Javier¹, Bazano Francisco¹, Ferreyro Luciano¹, García Manuel¹, Salum Juan Manuel¹, Fuster Alan¹

¹ Instituto de Tecnologías en Detección y Astropartículas (ITeDA)

QUBIC (Q&U Bolometric Interferometer for Cosmology) es un proyecto de cosmología observacional dedicado a la detección de la polarización de modo B de la radiación cósmica de fondo (CMB). La observación de este peculiar modo de polarización permite explorar el origen del universo durante la época inflacionaria y su física asociada. Actualmente, la observación de los modos B representa un gran desafío instrumental dada la baja intensidad de la señal, propensa a ser contaminada por el entorno astrofísico y por errores sistemáticos del instrumento.

Como solución, QUBIC propone el uso de un novedoso interferómetro bolométrico el cual combina la sensibilidad de los bolómetros criogénicos con la de los interferómetros en términos de control de errores sistemáticos. Una versión reducida del mismo, denominada demostrador tecnológico (TD), se encuentra instalado y realizando operaciones de prueba en Altos Chorrillos cerca de San Antonio de los Cobres, Provincia de Salta, a una altura de 4,820 m s.n.m. Dadas las limitaciones del TD, durante los últimos 5 años el Instituto de Tecnologías en Detección y Astropartículas (ITeDA) propuso una cadena de detección alternativa. La misma consiste en un arreglo de Micro-Bolómetros Magnéticos (MMBs) multiplexados mediante el Microwave SQUID Multiplexer (μ MUX) y leídos a través de un sistema de Radio-definida por Software (SDR).

El sistema de multiplexación propuesto hace uso de la exquisita sensibilidad de los RF-SQUIDS (Radio-Frequency Superconducting Quantum Interference Devices) para codificar las señales de cada detector en la frecuencia de resonancia de varios resonadores de microondas superconductores. Esto permite multiplexar todo el arreglo de detectores en un único par de líneas coaxiales entrando el crióstato, representando una importante reducción en la carga térmica y permitiendo alcanzar factores de multiplexación en el orden de 1000 dado el gran ancho de banda de los Amplificadores de Bajo Ruido criogénicos (LNA). Sin embargo, este sistema impone fuertes requerimientos a los sistemas SDR y componentes de microondas para monitorear el estado de cada resonador y descifrar la señal del detector presentando al mismo tiempo niveles de ruido menor al de los detectores ($5 \times 10^{-17} \text{ W}/(\sqrt{\text{Hz}})$).

El objetivo de este trabajo es caracterizar el camino de la señal de RF, desde su generación hasta su recepción con la intención de encontrar criterios de optimización los cuales maximicen la sensibilidad de detección. Esto implica estudiar cómo la señal interactúa con el sistema de multiplexación, conformado por el μ MUX y el sistema de lectura SDR (Software-Defined Radio). Para eso se implementaron rutinas de caracterización de ruido, creadas a partir del estudio de circuitos no superconductores operando a temperatura ambiente, pero con características similares a los que se busca estudiar. De esta manera se buscó realizar la generación de rutinas de auto-diagnóstico y auto-calibración del sistema completo, utilizando el sistema SDR y minimizando la necesidad de instrumental de laboratorio.

ATMÓSFERA, TIERRA Y AGUA

MARTES 17 17:30 - 19:30 hs.

Sala Angelelli

080. Una mirada más cercana a las eyecciones coronales de masa de tipo streamer blowout.

Di Lorenzo Leonardo^{1, 2}, López Fernando^{2, 3}, Cremades Hebe^{2, 3}, Balmaceda Laura^{4, 5}, Talpeanu Dana-camelia⁶, D'huys Elke⁶, Mierla Marianela^{7, 6}

¹ Instituto de Física Aplicada (INFAP)

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

³ Universidad de Mendoza, CONICET, Grupo de Estudios en Heliofísica de Mendoza

⁴ Heliophysics Science Division, NASA Goddard Space Flight Center

⁵ George Mason University, USA

⁶ Solar-Terrestrial Centre of Excellence – SIDC, Royal Observatory of Belgium

⁷ Institute of Geodynamics of the Romanian Academy, Bucharest, Romania

En este trabajo, analizamos tres eyecciones de coronales de masa (ECMs) que se produjeron durante 2013 y que presentan características de streamer blowout (SBO). Los SBO-ECMs son un subconjunto de ECMs que se desarrollan dentro del streamer. Presentan una fase inicial de expansión, en la que aumenta el ancho de la parte inferior del streamer y que puede durar varias horas o incluso días. Posteriormente, se produce una ECM que puede eliminar parcial o completamente el streamer preexistente. A pesar de ocurrir con una frecuencia considerable (entre 1 a 12 al mes), aún quedan interrogantes sobre el origen, las características y la relación de los SBO-ECM con las estructuras atmosféricas solares. Además, la naturaleza de estos eventos plantea importantes retos para su detección, por lo que es crucial observarlos desde múltiples puntos de vista. Para estudiar la evolución de estos tres eventos en la corona baja, utilizamos observaciones en ultravioleta extremo (EUV) en múltiples longitudes de onda, desde aproximadamente 1 a 2,5 radios solares. Para la corona media y alta, empleamos datos coronográficos en luz blanca, desde 2,5 a 15 radios solares. Los instrumentos que proveen estas observaciones se encuentran a bordo de misiones espaciales dedicadas al monitoreo solar, desde distintos puntos de vista. En base a las observaciones tomadas desde múltiples puntos de vista, determinamos la morfología tridimensional de los SBO-ECMs mediante un método de reconstrucción, centrándonos en sus primeras etapas y en su evolución en la corona. Además, utilizamos el modelo Potential Field Source Surface (PFSS) para examinar la configuración del campo magnético en el entorno de la región donde ocurren los eventos. Nuestro análisis pretende esclarecer la morfología tridimensional de los SBO-ECMs durante sus primeras etapas en la corona baja, su evolución hacia la corona media y su impacto en la configuración del campo magnético circundante. Los resultados ofrecen una visión más detallada de los eventos SBO-ECM y esclarecen su compleja naturaleza.

081. Caracterización Geomecánica y Geológica de la Cuenca Alta de la Villa de Pomán y Ladera Occidental de La Cébila, Catamarca

Lamas Cinthia Alejandra¹, Ortiz Erlinda Del Valle^{1, 2}, Pascal Santiago Nicolás¹, Bonader Zahira Nahir¹, Analiz Montes Aaron Osvaldo¹

¹ Universidad Nacional de Catamarca (UNCa), Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

La caracterización geomecánica y geológica de las cuencas es esencial para comprender su comportamiento. Este trabajo presenta un análisis geomecánico de la cuenca alta de la Villa de Pomán y ladera occidental de La Cébila. Se utilizaron una combinación de métodos geomorfológicos y geotécnicos para realizar una clasificación e identificar los principales parámetros condicionantes en la influencia de deformación y estabilidad de macizo rocoso. Se recopilaron datos de diversas fuentes, incluyendo imágenes satelitales y modelos digitales de elevación (MDE), se digitalizaron las fallas principales, secundarias y escarpa de falla. Como así también se evaluaron las pendientes de las cuencas y su influencia en la escorrentía y erosión. Los resultados de este trabajo proporcionaran un estudio preliminar de una secuencia de análisis a desarrollar para la prevención y mitigación de riesgos por deslizamiento de ladera. En conclusión, la caracterización geomecánica y geológica de las cuencas proporcionan una base sólida para la gestión integrada, ayudando a mitigar riesgos geológicos y promover un desarrollo territorial equilibrado y sostenible.

082. Hielo polar: Experimentos y simulaciones de crecimiento de grano de hielo bajo presión hidrostática

Di Prinzio C L^{1 2}, Aguirre Varela G G^{1 2}, Achaval P I², Gerez L N², Valdez P F², Yoma N²

¹ Instituto de Física Enrique Gaviola (IFEG), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

² Facultad de Matemática Astronomía, Física y Computación (FAMAF), Universidad Nacional de Córdoba (UNC)

En este trabajo se estudió el crecimiento de grano en muestras de hielo policristalino a una temperatura de $-7\text{ }^{\circ}\text{C}$ y a una presión hidrostática de 100 atmósferas (equivalente a la presión existente a 1000 metros de profundidad en el hielo polar). Las muestras policristalinas fueron preparadas a partir de muestras monocristalinas de hielo de ultra pureza (conductividad de $0.055\text{ }\mu\text{S/cm}$ a $25\text{ }^{\circ}\text{C}$). Se prepararon dos tipos de muestras policristalinas para estudiar el crecimiento de grano en el hielo. Una de las muestras policristalinas fue denominada S y se preparó congelando agua ultrapura sobre la superficie de un monocristal de hielo. La otra muestra fue denominada B y se preparó congelando el mismo tipo de agua entre las caras planas de dos monocristales de hielo. Los granos de la muestra S estaban en contacto con el medioambiente, mientras que los granos de la muestra B estaban rodeados por las caras de hielo de los monocristales. La muestra B es una aproximación muy fiel al entorno policristalino observado en las profundidades del hielo polar, y fue expuesta a una presión hidrostática similar a la que se encuentra en ese entorno natural. En este estudio se determinó que la movilidad de los granos en la muestra S es menor que en la muestra B debido a los efectos de la superficie libre, utilizando datos experimentales y simulaciones realizadas con un algoritmo basado en Monte Carlo. Este estudio demuestra que el crecimiento de grano debe ser estudiado dentro de la muestra policristalina para eliminar los efectos superficiales.

083. Análisis comparativo en la estimación de tendencias mediante la altura real del máximo de densidad electrónica en la ionosfera y la obtenida a partir del factor M3000

Ovejero M A^{1 2}, De Haro Barbas B F^{1 2}, Zossi B^{2 3}, Durán T^{4 5}, Elias A G^{1 2 3}

¹ Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología (FACET), Universidad Nacional de Tucumán (UNT), Departamento de Física

² Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología (FACET), Universidad Nacional de Tucumán (UNT), Laboratorio de Ionosfera, Atmósfera Neutra y Magnetosfera (LIANM)

³ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Universidad Nacional de Tucumán (UNT), Instituto de Física del NOA (INFINOA)

⁴ Universidad Nacional del Sur (UNS), Departamento de Física

⁵ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Instituto de Física del Sur

La altura del máximo de la densidad electrónica de la capa F2 de la ionosfera, hmF2, junto con la frecuencia crítica de esta capa, foF2, se encuentran entre los parámetros ionosféricos clave para su estudio. En el caso de hmF2, a diferencia de foF2, no se deriva directamente de los registros de ionosondas. Se puede estimar usando la fórmula de Shimazaki basada en el factor M3000, cuyos datos se remontan a los mismos años que foF2, la cual supone que no hay ionización por debajo de la capa F2. Esto no es correcto en especial durante las horas diurnas, y en general se observa un error significativo con respecto al valor real de esta altura. Una buena opción es usar el valor de hmF2 obtenido sistemáticamente por las digisondas actuales que aplican técnicas de escalado automático, pero estas series datan de no mucho antes del año 2000. Esto hizo que la mayoría de los trabajos publicados que analizan el efecto del aumento en la concentración de los gases de efecto invernadero en la ionosfera, para lo cual se necesitan de series de tiempo que cubran más de dos décadas, se basen en el análisis de foF2. Sin embargo, la señal de este efecto, de acuerdo a modelos, debería ser más clara en hmF2. En este trabajo se realiza un análisis comparativo entre hmF2 obtenido a partir de M3000 y el valor real considerado como el valor escalado automáticamente, en el período 2000-2023 para las estaciones de Juliusruh (54.6°N , 13.4°E) y Roma (41.5°N , 12.3°E). El acuerdo en cuanto a valores absolutos de esta altura es muy bueno en horas de la noche, cuando prácticamente no hay ionización debajo de la capa F2, y es pobre en horas del día. Sin embargo, en términos de tendencias de largo plazo, el acuerdo mejora en casi todos los casos.

084. Vida en el Hielo: Análisis de Microorganismos y su Adaptabilidad al Entorno

Pedernera D A¹, Gerez L N¹, Valdez P F¹, Pavón N¹, Sironi Nuñez M J¹

¹ Facultad de Matemática Astronomía, Física y Computación (FAMAF), Universidad Nacional de Córdoba (UNC)

En este trabajo se investigaron cuatro microbios típicos de agua estancada de la ciudad de Córdoba (de tamaños entre $10\text{ }\mu\text{m}$ y $150\text{ }\mu\text{m}$), y sus cambios de comportamiento y movimiento a diferentes temperaturas. Se eligieron tres temperaturas: la temperatura ambiente (25°C), la temperatura de congelamiento del agua estancada (0°C) y la temperatura de congelamiento de la solución de agua estancada con un 6% de azúcar en peso (-1.5°C). Se midieron trayectorias y velocidades para cada tipo de microbio para las diferentes temperaturas. Se calcularon las velocidades promedios, registrándose una ralentización de los microorganismos en función de la temperatura con valores entre un 60% y un 85%. No se registró contaminación sobre los microbios debido a la incorporación de azúcar en el agua estancada. A partir de los comportamientos observados se concluyó que los microbios analizados pueden sobrevivir en agua con hielo hasta el congelamiento total del líquido y que algunos microbios se adaptan mejor al entorno frío que otros. Este trabajo plantea además investigar el

tiempo de supervivencia y adaptabilidad de los microbios por largos periodos de tiempo en líquidos sobreenfriados.

085. Autodifusión superficial del hielo bajo alta presión hidrostática

Di Prinzio C L^{2 1}, Achával P¹, Aguirre Varela G G^{2 1}, Perdomo Arcila R¹, Gerez L N¹, Valdez P F¹, Yoma N¹

¹ Facultad de Matemática Astronomía, Física y Computación (FAMAF), Universidad Nacional de Córdoba (UNC)

² Instituto de Física Enrique Gaviola (IFEG), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

En este trabajo se estudió la evolución del ancho del surco sobre la superficie de una muestra monocristalina de hielo puro a presión atmosférica y a 100 atm de presión hidrostática. La muestra de hielo estudiada tenía una orientación cristalina desconocida y fue sumergida en aceite de siliconas ultra puro con el fin de evitar procesos de evaporación. Mediante una celda presurizada se aplicó una presión de 100 atm. Se tomaron fotografías del surco cada 30 minutos durante 100 horas con un microscopio óptico y, con estas imágenes, se determinó la evolución del ancho del surco. Mediante ese estudio, se pudo medir el coeficiente de autodifusión superficial del hielo a 100 atm y los resultados fueron comparados con los obtenidos a presión atmosférica.

086. Análisis de elementos presentes en las resistencias de Plaquetas de Circuito Impreso (PCB) mediante Espectroscopía de Plasma Inducido por Láser (LIBS)

Flores Medrano Agustina¹, Morando Carina^{1 2 3}, D'angelo Cristian^{4 2 5}, Fornaro Osvaldo^{1 2 3}

¹ Instituto de Física de Materiales Tandil (IFIMAT)

² Centro de Investigaciones en Física e Ingeniería del Centro de la Provincia de Buenos Aires (CIFICEN)

³ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

⁴ Instituto de Física Arroyo Seco (IFAS)

⁵ Comisión de Investigaciones Científicas (CIC)

Los Aparatos Eléctricos y Electrónicos (AEE) están presentes en la mayoría de nuestras actividades diarias y están compuestos por diversos componentes (cables, carcasas, plaquetas electrónicas, etc). Cuando un AEE cumple su ciclo de vida, se daña o se desecha por la aparición de nuevas tecnologías, se descarta y se convierte en un Residuo de Aparato Eléctrico y Electrónico (RAEE). La generación de RAEEs ha aumentado en los últimos años debido a la masificación del consumo de tecnología y un modo de consumo no sustentable, alcanzando 50 millones de toneladas métricas a nivel mundial en el 2018 [1].

En los RAEEs están presentes una variedad de materiales como metales, plásticos y vidrios activados. Los plásticos son recuperados y reciclados mediante procesos físicos y químicos. En cambio los metales (Pb, Cu, etc) no cuentan con tratamientos de recuperación específicos. La mayoría de los RAEEs son descartados inadecuadamente y sólo una parte es procesada o revalorizada. Una disposición inapropiada de estos residuos puede causar contaminación en suelos y aguas poniendo en riesgo la salud humana y el medio ambiente. Las plaquetas de circuito impresas (PCB) forman parte de los RAEEs que no son reciclados ni reutilizados. En las PCB se pueden encontrar metales pesados tóxicos (como Cr, Pb, y otros) así como metales valiosos (Au, Ag, Pt, etc.) o también sustancias orgánicas tóxicas (como los componentes bromados, HAPs) [2,3]. El contenido de metales en las PCB y su recuperación ha sido objeto de estudio en numerosos países demostrando beneficios económicos, sociales y ambientales [4-7]. En Argentina, por el momento, este tipo de residuo no cuenta con un proceso de revalorización ni de recuperación.

Sobre las PCBs se montan los componentes electrónicos pasivos, como resistencias, capacitores e inductores o activos como transistores y circuitos integrados, que forman parte de los circuitos electrónicos. Las resistencias (o resistores) son elementos comunes que se fabrican a partir de materiales conductores, como alambres o grafito. El objetivo de este trabajo es caracterizar la composición de la molienda de resistencias provenientes de plaquetas electrónicas mediante la técnica de Espectroscopía de Plasma Inducido por Láser (LIBS: Laser Induced Breakdown Spectroscopy) para llegar a establecer mecanismos de recuperación, manipulación y separación apropiada. Mediante esta técnica se han identificado los elementos: Fe, Sn, Si, Al, Cr, V, Ti, Cu y Ca presentes en las PCBs.

[1] Maurice, A. A., Dinh, K. N., Charpentier, N. M., Brambilla, A., Gabriel, J. C. P., (2021) Dismantling of Printed Circuit Boards enabling electronic components sorting and their subsequent treatment open improved sustainability opportunities.

[2] Bizzo, W.A., Figueiredo, R.A., de Andrade, V.F., (2014) Characterization of Printed Circuit Boards for Metal and Energy Recovery after Milling and Mechanical Separation. Materials (Basel).

[3] Peng, Z., Wang, J., Zhang, X., Yan, J., Shang, W., Yu, J., Zhu, G., Rao, M., Li, G., Jiang, T. (2022) Enrichment of Heavy Metals from Spent Printed Circuit Boards by Microwave Pyrolysis. Waste Management.

[4] Wang, J.; Xu, Z. (2015) Disposing and Recycling Waste Printed Circuit Boards: Disconnecting, Resource Recovery, and Pollution Control. Environmental Science and Technology.

[5] Szałatkiewicz, J. (2014). Metals Content in Printed Circuit Board Waste. Polish Journal of Environmental Studies.

[6] Ruhela, R., Iyer, N., Limje, C., Yadav, A., Yadav, M., Vartak, M., Bhattacharyya, D., Singh, D. (2024) Sustainable

Recycling of Copper from Printed Circuit Boards with Iminodiacetamide Resin-Transformation from Electronic Scrap to Copper Oxide Nanoparticles

[7] Blumbergs, E., Shishkin, A., Markus, K., Serga, V., Goljandin, D., Klauson, A., Abramovskis, V., Baronins, J., Zarkov, A., Pankratov, V., (2024) Economical Aspects of the Mechanical Pre-treatment Role in the Precious Metals Recovery from Electronic Waste. Metals. Sustainable Gold Production and Recycling.

087. Análisis de contaminantes atmosféricos en una localidad rural situada al sur del Gran Rosario, durante distintas estaciones del año; evaluación del efecto de incendios cercanos.

Micheletti Maria Isabel^{1, 2}, Piñol Greta Ailín¹, Binet Maria Virginia^{1, 3}, Valle Seijo Maria Fernanda^{1, 3}, Grosso Maria Mercedes^{4, 5}, Carreras Hebe Alejandra^{4, 5}

¹ Instituto de Física Rosario (IFIR), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Universidad Nacional de Rosario (UNR)

² Universidad Nacional de Rosario (UNR), Facultad de Ciencias Bioquímicas y Farmacéuticas

³ Pontificia Universidad Católica Argentina (UCA), Facultad de Química e Ingeniería

⁴ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Universidad Nacional de Córdoba (UNC), Instituto Multidisciplinario de Biología Vegetal (IMBIV)

⁵ Universidad Nacional de Córdoba (UNC), Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (FCEFYN)

Los aerosoles, o material particulado atmosférico, constituyen componentes fundamentales en la determinación de la calidad del aire. En su fracción fina, conformada por partículas menores o iguales a 2.5 micrones de diámetro, representan un riesgo mayor para la salud, en comparación con las partículas mayores, ya que al ser más pequeñas pueden penetrar profundamente en el sistema respiratorio, hasta los alvéolos pulmonares, e incluso pueden ingresar al torrente sanguíneo. Por ello, se torna necesario y urgente determinar las concentraciones de estas partículas, denotadas como PM2.5, a las que se encuentra expuesta la población, en condiciones normales y durante eventos de alta contaminación. En este trabajo se presentan mediciones de PM2.5 llevadas a cabo en Fighiera, una población rural ubicada en la región Sur del Gran Rosario. Se investigan dichas concentraciones para períodos de muestreo realizados durante distintas estaciones del año. Se encuentran valores bajos de las mismas, excepto durante los eventos altamente contaminantes originados en incendios en el Delta del Paraná, cercanos a dicha población, para los cuales aumentan apreciablemente los niveles de PM2.5, superando los valores medios diarios máximos recomendados por la Organización Mundial de la Salud en 2021. Se compara con resultados de contaminantes gaseosos (NO₂, CO) y con valores de espesor óptico de aerosoles (AOD), obtenidos mediante datos satelitales. Se analizan trayectorias de masas de aire con programa HYSPLIT y datos meteorológicos, correlacionándolos con las concentraciones PM2.5 halladas. Se investigan las características morfológico-elementales de partículas colectadas en distintas situaciones de contaminación.

088. Análisis teórico de la variación de la altitud del punto espejo debido a la disminución de la componente dipolar del campo geomagnético a lo largo de los últimos 120 años

Juarez Ferriol Matias Javier¹, Martínez Ribó María Julieta¹, Elias Ana Georgina^{1, 2, 3}

¹ Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología (FACET), Universidad Nacional de Tucumán (UNT), Departamento de Física

² Instituto de Física del Noroeste Argentino (IFINOA), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Universidad Nacional de Tucumán (UNT)

³ Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología (FACET), Universidad Nacional de Tucumán (UNT), Laboratorio de Ionosfera, Atmósfera Neutra y Magnetosfera (LIANM)

El campo magnético actual de la Tierra, el cual en buena aproximación puede considerarse como un campo dipolar donde su intensidad se incrementa con la latitud magnética, es capaz de confinar partículas cargadas, como por ejemplo las que componen los anillos de radiación de Van Allen. El movimiento de una partícula cargada en un campo dipolar se puede descomponer en tres movimientos periódicos: giro alrededor de las líneas de campo, desplazamiento a lo largo de las líneas de campo con rebote entre los puntos espejo, y movimiento de deriva perpendicular al campo alrededor de la Tierra. En la medida en que el campo magnético varíe lentamente en el tiempo y en el espacio, y dada la diferencia entre las periodicidades de cada oscilación, cada uno de estos movimientos periódicos tendrá asociado un invariante adiabático. Si bien la altitud de los puntos espejo no depende directamente de la intensidad del campo magnético de la Tierra, ni de la energía de la partícula, se puede estimar teóricamente la reducción de esta altitud debido a la disminución actual del campo geomagnético teniendo en cuenta el tercer invariante adiabático que es el asociado al movimiento de deriva de las partículas cargadas alrededor de la Tierra. Otra manera de hacerlo sería considerando, en una primera aproximación, que la línea de campo a lo largo de la cual se produce el movimiento de rebote, se acerca a la Tierra la misma distancia que el punto subsolar de la magnetopausa, lo cual puede estimarse fácilmente bajo algunos supuestos y utilizando relaciones de escala. Basado en esto, en este trabajo se estima la disminución de la altura del punto espejo debido al debilitamiento del momento dipolar del campo geomagnético a lo largo de los últimos 120 años, utilizando ambas consideraciones.

089. Determinación elemental en muestras de suelo con Fluorescencia de Rayos X por Energía Dispersiva. Mejora en la calibración empírica

Torres Astorga Romina^{1, 2}, Borgatello Gisela¹, Velasco Hugo^{1, 2}, Garcias Yanina¹, Rizzotto Marcos^{1, 2}

¹ Instituto de Matemática Aplicada San Luis (IMASL)

² Universidad Nacional de San Luis (UNSL), FCFMyN, Departamento de Física

La fluorescencia de rayos X por energía dispersiva (EDXRF) es una técnica de muestreo versátil, rápida y no destructiva. Mediante la misma se reconocen un gran número de elementos químicos y se obtienen los resultados en tiempo real. La EDXRF utiliza la emisión secundaria o fluorescente de radiación X que se genera al excitar una muestra con una fuente emisora de rayos X. La radiación X incidente expulsa electrones de capas interiores del átomo. Por lo que, los electrones de capas más externas ocupan los lugares vacantes, y el exceso energético resultante de esta transición se disipa en forma de fotones conocida como radiación X fluorescente. Esta radiación de fluorescencia es característica para cada elemento químico (también llamados analitos). Esta poderosa técnica es utilizada para determinar la composición elemental de diferentes materias como suelos, sedimentos, rocas, polvos, aleaciones, líquidos, vidrios y filtros de aire. El equipo utilizado en este estudio es un RIGAKU NEX QC+ con capacidad de medir todos los elementos entre el Na y el U.

Por su bajo costo, rapidez en la medida y relativa sencillez en la preparación de muestras, la fluorescencia de rayos X se usa, progresivamente, en el análisis de suelos. Con el propósito de analizar y cuantificar la composición elemental de suelos y sedimentos, se lleva a cabo una calibración empírica utilizando material certificado (suelos y sedimentos) con concentraciones elementales ya conocidas para varios elementos. Este proceso genera una curva de eficiencia del detector para cada elemento en particular, en función de la concentración de cada analito.

Para los suelos y sedimentos existen principalmente 3 formas de preparar las muestras (geometrías) para ser analizadas en el espectrómetro (en orden creciente de dificultad en la preparación de muestra): polvo suelto, pellet prensado y perla de fusión. En la bibliografía reportan que la menor incerteza se obtiene al utilizar perlas de fusión, seguido de pellets prensados y finalmente los polvos sueltos, cuyas mediciones tienen mayor incerteza.

En este estudio se analizan las diferencias en los análisis cuantitativos elementales de una muestra del último ejercicio de Intercomparación de Laboratorios del Organismo Internacional de Energía Atómica (PTNAT IAEA21), cuando es analizada en la geometría polvo suelto y en geometría pellet prensado. Se realizan las curvas de calibración para cada tipo de geometría, y se analizan posteriormente los errores relativos que conllevó cada geometría empleada utilizando para ello los valores reportados por IAEA en su último reporte de este Proficiency Test. Un análisis de los cambios en las incertezas al utilizar geometría polvo suelto versus pellet prensado es realizado en pos de sopesar el aumento en esfuerzo que conlleva el cambio en la preparación de muestra con la disminución de la incerteza que este cambio trae asociado.

FUNDAMENTOS, INFORMACIÓN Y TECNOLOGÍAS CUÁNTICAS

MARTES 17 17:30 - 19:30 hs.

Sala Angelelli

090. Entropías informacionales para sistemas cuánticos con masa dependiente de la posición: el oscilador de Mathews–Lakshmanan

Portesi Mariela^{1, 2}, Gomez Ignacio S³, Da Costa Bruno G⁴

¹ Instituto de Física de La Plata (IFLP), CONICET - UNLP

² Facultad de Ciencias Exactas (FCE), Universidad Nacional de La Plata (UNLP)

³ Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), Itapetinga, Brasil

⁴ IF Sertao-PE, Pernambuco, Brasil

En esta contribución consideramos sistemas cuánticos con masa efectiva dependiente de la posición. Para abordar el problema empleamos el formalismo κ introducido por Kaniadakis. En particular estudiamos el oscilador de Mathews–Lakshmanan, para el cual la masa contiene una dependencia con la posición a través de un parámetro de deformación. Analizamos cuantificadores informacionales como entropías generalizadas en representación de posición y momento, para el estado fundamental y primeros excitados, en función de la deformación. Consideramos cotas para el principio de incerteza entrópico y su comportamiento con el parámetro κ .

091. Reconstrucción de Hamiltonianos a partir de Matrices Densidad

Cianciulli Agustin^{1, 2}, Matera Juan Mauricio^{1, 2}, Rossignoli Raul^{3, 2}

¹ Instituto de Física de La Plata (IFLP), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

² Universidad Nacional de La Plata (UNLP), Dpto de Física, Facultad de Ciencias Exactas

³ Instituto de Física de La Plata (IFLP), Comisión de Investigaciones Científicas (CIC)

A partir de una representación bipartita de estados puros arbitrarios de N partículas indistinguibles basada en estados de M y $N-M$ partículas, es posible construir las matrices densidad generales de M cuerpos. Se estudian estas matrices para un hamiltoniano de Pairing, general, en el que se examina si es posible recuperar al hamiltoniano a partir de las mismas, utilizando técnicas de Machine Learning (ML) basada en redes tipo convolucionales (CNN). Por otro lado, las ecuaciones de Bardeen–Cooper–Schrieffer (BCS) proveen una manera alternativa de reconstruir el hamiltoniano. Concluimos comparando esta reconstrucción con la dada por ML.

092. Atajos adiabáticos

Alvez José Nicolás¹

¹ Universidad de Buenos Aires (UBA), Departamento de Física

Se refiere como atajo adiabático a la búsqueda de hamiltonianos que permitan evolucionar un sistema dando su estado inicial y otro final de interés. Esta evolución tiene que ser adiabática en el sentido de que se llega con una alta fidelidad al estado final y sin presencia de ruido, generado tradicionalmente por el intercambio de calor. Es un atajo ya que la evolución se da en un tiempo finito y corto, al contrario de los caminos adiabáticos usuales que vienen de hacer tender el tiempo a infinito.

Actualmente el interés en ellos radica en su aplicación para tecnologías cuánticas, donde es importante operar en tiempos menores a los de la decoherencia. En este trabajo busco dar nociones de que son los atajos adiabáticos, mostrar ejemplos de ellos y soluciones numéricas encontradas.

093. Método de Escaleo Complejo aplicado al estudio del Hamiltoniano de Swanson en la fase de ruptura de simetría PT.

Fernández Viviano¹, Reboiro Marta¹, Ramirez Romina¹

¹ Universidad Nacional de La Plata (UNLP), Instituto de Física de La Plata (IFLP), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

En este poster, estudiamos la fase de ruptura de simetría PT del Hamiltoniano de Swanson con el Método de Escaleo Complejo (CSM). Al construir una relación de bi-ortogonalidad, aplicamos el formalismo de la función de respuesta para analizar la evolución temporal de diferentes paquetes de ondas iniciales. Las funciones de Wigner y el valor medio de los operadores se evalúan en función del tiempo. Presentamos la evolución temporal en la vecindad de Puntos Excepcionales

y una ecuación de continuidad para el sistema. Comparamos los resultados obtenidos utilizando el Método de Escaleo Complejo con los obtenidos trabajando en un Espacio de Hilbert Equipado.

094. Entrelazamiento de dos cuerpos en sistemas fermiónicos y bosónicos

Cianciulli Agustín^{1 2}, Rossignoli Raúl^{4 1 3}, Gigena Nicolás^{1 2}, Petrovich Federico^{1 2}

¹ Instituto de Física de La Plata (IFLP)

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

³ Universidad Nacional de La Plata (UNLP), Depto. de Física, Facultad de Ciencias Exactas

⁴ Comisión de Investigaciones Científicas (CIC)

Se examina el entrelazamiento de dos cuerpos en sistemas fermiónicos y bosónicos con interacciones de apareamiento. Este entrelazamiento queda determinado por la matriz densidad de dos cuerpos y está asociado a una descomposición bipartita (2,N-2) del estado. Se muestran en primer lugar resultados típicos del espectro de entrelazamiento en el estado fundamental para una interacción uniforme, que exhiben la emergencia de un autovalor dominante en la matriz densidad de dos cuerpos para todo valor de la constante de acoplamiento, tanto en sistemas fermiónicos como bosónicos, característico de estados apareados. Se demuestra además en forma rigurosa que todo condensado de pares, no necesariamente uniforme, conduce también a un autovalor dominante en dicha matriz densidad, cuyo valor es máximo (mínimo) en el caso uniforme si el sistema es fermiónico (bosónico).

095. Extensión del vector de Schmidt de estados puros a mixtos para la caracterización del entrelazamiento

Meroi F¹, Losada M², Bosyk G M³

¹ Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, Universidad Nacional de Rosario

² Facultad de Matemática, Astronomía, Física y Computación, Universidad Nacional de Córdoba

³ Instituto de Investigación en Ciencias de la Computación - CONICET/UBA

El entrelazamiento es un concepto fundamental en la teoría cuántica y un recurso crucial para aplicaciones como la teleportación cuántica [1], la distribución cuántica de claves [2], las redes cuánticas [3], entre otras [4]. Su detección, cuantificación y caracterización son esenciales tanto teórica como prácticamente. En estados puros bipartitos, estas cuestiones se entienden completamente a través de la descomposición de Schmidt del estado. Sin embargo, en escenarios realistas, los estados suelen estar afectados por ruido y decoherencia, lo que los convierte en estados mixtos y complica la caracterización del entrelazamiento. Abordamos este desafío extendiendo la noción del vector de Schmidt de estados puros a mixtos mediante dos métodos distintos, pero equivalentes [5]: (i) empleando el techo cóncavo de los vectores de Schmidt para estados puros, o (ii) como el supremo en el retículo de mayoración entre todos los vectores de Schmidt asociados a estados puros que pueden transformarse en el estado dado mediante operaciones locales y comunicación clásica (LOCC). Demostramos que este vector de Schmidt generalizado caracteriza completamente los estados separables y maximamente entrelazados. Además, probamos que el vector de Schmidt muestra propiedades monótonas y fuertemente monótonas bajo LOCC, proporcionando condiciones necesarias para conversiones entre estados mixtos. Proponemos la cardinalidad del soporte del vector de Schmidt como una extensión del rango de Schmidt de estados puros a mixtos, mostrando su equivalencia con el número de Schmidt previamente introducido en [6]. Finalmente, introducimos una familia de monótonas de entrelazamiento aplicando funciones cóncavas y simétricas al vector de Schmidt.

[1] C. H. Bennett, G. Brassard, C. Crépeau, R. Jozsa, A. Peres, and W. K. Wootters, Teleporting an unknown quantum state via dual classical and Einstein-Podolsky-Rosen channels, *Phys. Rev. Lett.* 70, 1895 (1993).

[2] A. K. Ekert, Quantum cryptography based on Bell's theorem, *Phys. Rev. Lett.*, 67 661 (1991).

[3] K. Azuma, S. E. Economou, D. Elkouss, P. Hilaire, L. Jiang, H. K. Lo, and I. Tzitrin, Quantum repeaters: From quantum networks to the quantum internet, *Rev. Mod. Phys.* 95, 045006 (2023).

[4] R. Horodecki, P. Horodecki, M. Horodecki, and K. Horodecki, Quantum entanglement, *Rev. Mod. Phys.* 81, 865 (2009).

[5] F. Meroi, M. Losada, G. M. Bosyk, Extending Schmidt vector from pure to mixed states for characterizing entanglement, *arXiv:2407.17199* (2024).

[6] B. M. Terhal, P. Horodecki, Schmidt number for density matrices, *Phys. Rev. A* 61, 040301(R) (2000).

096. Preservación de estados correlacionados mediante desacoplamiento dinámico

Sequeiros Gerónimo^{1 2}, Sánchez Claudia Marina¹, Buljubasich Lisandro^{1 2}, Chattah Ana Karina^{1 2}, Pastawski Horacio^{1 2}, Acosta Rodolfo H.^{1 2}

¹ Facultad de Matemática Astronomía, Física y Computación (FAMAF), Universidad Nacional de Córdoba (UNC)

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Instituto de Física Enrique Gaviola (IFEG)

La manipulación de información cuántica en sistemas grandes requiere un control preciso de los sistemas cuánticos fuera de equilibrio. A medida que aumenta el tamaño del sistema, también aumenta su fragilidad ante perturbaciones externas y procesos de decoherencia intrínsecos. La degradación de la respuesta del sistema hace que las mediciones precisas sean una tarea desafiante y que requiere mucho tiempo. La mejora de la vida útil de la información cuántica se puede lograr mediante técnicas de desacoplamiento dinámico, donde pulsos de radiofrecuencia con una frecuencia mucho más alta que la evolución interna del sistema genera señales con tiempos de desintegración 1000 veces superiores. Aquí mostramos que el control Spinlock Floquet puede utilizarse para investigar la evolución cuántica múltiple de sistemas de espín densos y altamente conectados con un aumento de la sensibilidad en un tiempo experimental reducido.

097. OTOCs globales como sensores de la correlación de observables locales

Lozano Negro Fabricio S.^{1 2}, Sánchez Claudia M.¹, Chattah A. Karina^{1 2}, Álvarez Gonzalo A.^{2 3 4}, Pastawski Horacio M.^{1 2}

¹ *Facultad de Matemática Astronomía, Física y Computación (FAMAF), Universidad Nacional de Córdoba (UNC)*

² *Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)*

³ *Instituto Balseiro, Universidad Nacional de Cuyo*

⁴ *Centro Atómico Bariloche, CNEA*

Cuando la información almacenada localmente en un sistema cuántico se dispersa a través de muchos grados de libertad se torna inaccesible a la detección. En ese contexto las OTOCs (**O**ut-**o**f-**T**ime-**O**rd**e**r Correlators, Correladores de Orden fuera de tiempo) cumplen la función de sensar esos estados. En RMN (Resonancia Magnética Nuclear), la implementación experimental para medir las OTOCs consiste en mediciones indirectas a través de observables globales, usando técnicas de reversión temporal y Ecos de Loschmidt.

En este trabajo buscamos establecer la relación entre esas OTOCs globales y la magnetización local del sistema. Realizamos un análisis numérico de un sistema representado por un anillo de entre 8 y 16 espines, que evoluciona bajo la acción de un Hamiltoniano de coherencias dobles, con interacciones de largo alcance. Nuestro enfoque se basa en descomponer el eco global en contribuciones locales y cruzadas, que nos permiten definir las correlaciones globales y locales. Los resultados indican que, luego de un transitorio inicial, las OTOCs globales son un reflejo de las locales, y sus diferencias y fluctuaciones se tornan despreciables cuando el tamaño del sistema crece. Esto avala nuestra hipótesis de trabajo, utilizada en publicaciones previas, donde el tamaño del sistema correlacionado es asociado al segundo momento de la distribución de coherencias múltiples.

098. Cuantificadores estadísticos de permutación y transición clásica de sistemas conservativo-disipativo

Gonzalez Acosta Gaspar^{1 2}, Kowalski Andrés^{1 2}

¹ *Comisión de Investigaciones Científicas (CIC)*

² *Instituto de Física de La Plata (IFLP)*

Analizamos la dinámica de un sistema semiclásico no lineal (conservativo y disipativo) con entropía de Shannon y dos definiciones de la complejidad estadística. En el tipo de sistemas estudiados interactúan variables clásicas (el entorno) y cuánticas. Se investigan los regímenes conservativo y disipativo. Para evaluar los cuantificadores de información, extraemos las distribuciones de probabilidad de la evolución temporal, utilizando el método permutacional de Bandt-Pompe. Caracterizamos el límite clásico en función de una invariante de movimiento relacionada con el principio de incertidumbre. Encontramos tres zonas, incluida una mesoscópica, entre otros resultados interesantes.

099. Correlaciones electrón-núcleo desde un enfoque de información cuántica aplicada a un modelo unidimensional de dispersión electrón-molécula

Méndez Martín^{1 2 3}, Pont Federico M.^{1 2 3}

¹ *Instituto de Física Enrique Gaviola (IFEG)*

² *Facultad de Matemática Astronomía, Física y Computación (FAMAF)*

³ *Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)*

La dinámica de diferentes cantidades de información cuántica se utiliza para caracterizar un proceso de dispersión en un sistema compuesto que incluye dinámica nuclear. Se deriva un modelo unidimensional para una molécula NeHe^+ confinada transversalmente a partir de primeros principios y se utiliza para simular la dispersión entre un electrón e^- y un ion NeHe^+ . Se asume que la interacción electrón-electrón es de tipo potencial de Coulomb y que las interacciones electrón-nuclear y nuclear-nuclear son del tipo potencial de Yukawa [1].

La ecuación de Schrödinger independiente del tiempo (TISE) se resuelve utilizando el Método de Elementos Finitos (FEM) con el paquete de desarrollo propio FEMTISE.jl [2] para calcular curvas de energía potencial y la estimación de

parámetros del ion NeHe^+ . La ecuación de Schrödinger dependiente del tiempo (TDSE) se resuelve utilizando el principio variacional de Dirac-Frenkel y el método de Representación de Variables Discretas (DVR) con el paquete MCTDH (Multi-Configuración Time-Dependent Hartree) [3].

Se calculan densidades de probabilidad electrónicas y nucleares dependientes del tiempo para diferentes energías incidentes del electrón, evidenciando procesos elásticos e inelásticos (por ejemplo, el proceso ICEC [4]). Además, se establece la correlación entre medidas de información cuántica [5-6], como la entropía de von Neumann y la información mutua, y el valor esperado de la posición y su desviación estándar.

Estos resultados proporcionan una comprensión más profunda de los procesos de dispersión en sistemas compuestos y la utilidad de las medidas de información cuántica para describir estos fenómenos.

[1] Bednarek, S., Szafran, B., Chwiej, T. and Adamowski, J., 2003. Effective interaction for charge carriers confined in quasi-one-dimensional nanostructures. *Physical Review B*, 68(4), p.045328. [2] Mendez Martín, "GitHub - mendzmar-tin/FEMTISE.Jl: Variational Approximation by Gridap Package to Resolve T.I.S.E. in Julia." [3] Meyer, H.D., Manthe, U. and Cederbaum, L.S., 1990. The multi-configurational time-dependent Hartree approach. *Chemical Physics Letters*, 165(1), pp.73-78. [4] Bande, A., Fasshauer, E., Molle, A., Peláez, D., Pont, F.M. and Sisourat, N., 2023. Interatomic Coulombic electron capture: the story so far. *Journal of Physics B: Atomic, Molecular and Optical Physics*, 56(23), p.232001. [5] Schürger, P. and Engel, V., 2024. Differential Shannon Entropies and Mutual Information in a Curve Crossing System: Adiabatic and Diabatic Decompositions. *Journal of Chemical Theory and Computation*. [6] Blavier, M., Levine, R.D. and Remacle, F., 2022. Time evolution of entanglement of electrons and nuclei and partial traces in ultrafast photochemistry. *Physical Chemistry Chemical Physics*, 24(29), pp.17516-17525.

100. Determinación de parámetros de puntos cuánticos simples mediante aprendizaje automático

Ribetto Federico D.^{1,2}, Domínguez Martín³, Calvo Hernán L.^{1,3}, Osenda Omar^{1,3}

¹ Instituto de Física Enrique Gaviola (IFEG) - CONICET

² Departamento de Física - Universidad Nacional de Río Cuarto

³ Facultad de Matemática, Astronomía, Física y Computación (FaMAF-UNC)

En los últimos años, las arquitecturas de puntos cuánticos semiconductores se han convertido en candidatas prometedoras para una computación cuántica escalable. Sin embargo, aumentar el número de puntos cuánticos conduce a un crecimiento sustancial del espacio de parámetros asociado, lo que hace inviable el control heurístico. Además, los defectos de fabricación inherentes a estos dispositivos dan lugar a una variabilidad que debe tenerse en cuenta en los procedimientos de puesta a punto y funcionamiento.

En este contexto, ha habido un gran interés en explorar el potencial de las técnicas de aprendizaje automático, específicamente las redes neuronales convolucionales (CNNs, por sus siglas en inglés), para abordar estos desafíos [1-3]. Inspirándonos en diferentes trabajos en este campo [1,4,5], desarrollamos un modelo simple para estudiar la sintonización de parámetros (como los voltajes de compuerta), en un punto cuántico doble débilmente acoplado a reservorios electrónicos, operando dentro del régimen de bloqueo de Coulomb. Empleando teoría diagramática en tiempo real, realizamos cálculos analíticos de la corriente eléctrica en varios escenarios, generando una base de datos de mapas voltaje-corriente. Posteriormente, utilizamos estos datos para entrenar y probar diferentes arquitecturas de CNNs con el objetivo de determinar ciertos parámetros de ajuste. Por ejemplo, al tener en cuenta la influencia del voltaje de compuerta de un punto cuántico en la energía del otro (un efecto que puede atribuirse a la proximidad, por ejemplo), entrenamos las CNNs para predecir los elementos de una matriz de correlación que modela esta interdependencia.

[1] S. S. Kalantre *et al.*, *NPJ Quant. Inf.* **5**, 6 (2019).

[2] J. P. Zwolak *et al.*, *Phys. Rev. Appl.* **13**, 034075 (2020).

[3] N. Ares, *Nat. Rev. Mater.* **6**, 870 (2021).

[4] D. T. Lennon *et al.*, *NPJ Quant. Inf.* **5**, 79 (2019).

[5] G. T. Oakes *et al.*, Preprint at <https://arxiv.org/abs/2012.03685>.

101. Indicadores de cuantidad para dos modos armónicos acoplados

Mandal S¹, Canosa N^{3,2}, Rossignoli R^{3,4}

¹ Department of Physics, Visva-Bharati, Santiniketan, India

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

³ Instituto de Física de La Plata (IFLP)

⁴ Comisión de Investigaciones Científicas (CIC)

Se estudia el problema de dos modos armónicos acoplados por momento angular. Se obtienen las ecuaciones analíticas exactas que describen la dinámica de los operadores de campo. Estas ecuaciones se emplean para hallar las expresiones analíticas de importantes indicadores de cuantidad como son el cuadrado de la amplitud de squeezing y el denominado antibunching de fotones, cuando luz coherente de entrada interactúa con los modos acoplados. Asimismo, se analiza también la dinámica del entrelazamiento entre los modos para este modelo. Se muestran ejemplos ilustrativos cercanos a

situaciones experimentales.

102. Mecánica Cuántica en espacio-tiempo basada en foliación dinámica

Díaz Nahuel^{1, 2}, Matera Juan Mauricio^{1, 3, 2}, Rossignoli Raúl^{1, 3, 4}

¹ Instituto de Física de La Plata (IFLP)

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

³ Universidad Nacional de La Plata (UNLP), Depto. de Física, Facultad de Ciencias Exactas

⁴ Comisión de Investigaciones Científicas (CIC)

El espacio de fase convencional de la física clásica trata el espacio y el tiempo de forma diferente, y esta diferencia se transfiere a la mecánica cuántica. En este trabajo, el espacio de fase se amplía mediante dos extensiones. En primer lugar se promueve la elección del tiempo de la transformada de Legendre a una variable dinámica. En segundo lugar, los corchetes de Poisson son extendidos a una forma simétrica en espacio-tiempo. Sobre esta base se presenta una cuantización tipo canónica del formalismo, en la que los campos satisfacen relaciones de conmutación espacio-temporales y la foliación es cuántica. En este marco la acción clásica se promueve a un operador, el cual resulta explícitamente covariante y reemplaza al Hamiltoniano. El esquema convencional se recupera condicionando en estados propios de la foliación, en analogía con el mecanismo de Page y Wootters. Se discute también la generalización de la matriz de densidad a un operador que contiene la información de correladores tanto en espacio como en tiempo.

103. Formalismo de estados historia en caminatas aleatorias cuánticas para una moneda de Grover

Lomoc Fernando¹, Boette Alan¹, Canosa Norma¹, Rossignoli Raul²

¹ Universidad Nacional de La Plata (UNLP), Instituto de Física de La Plata (IFLP), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

² Universidad Nacional de La Plata (UNLP), Instituto de Física de La Plata (IFLP), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Comisión de Investigaciones Científicas (CIC)

Se emplea el formalismo de estados historia en el marco de las caminatas aleatorias cuánticas en una dimensión. Se analiza la denominada moneda de Grover (spin 1), y se comparan los resultados con los correspondientes a la moneda de Hadamard (spin 1/2). El formalismo permite describir la caminata completa en base a un estado y conduce al concepto de entrelazamiento sistema-tiempo, el cual es una medida del número de sitios ortogonales visitados en la caminata. En el caso de spin 1, la entropía de entrelazamiento sistema-tiempo, así como la información mutua, dependen fuertemente de la orientación inicial de spin, a diferencia del caso de spin 1/2, donde estas cantidades resultan independientes de la orientación inicial para estados iniciales reales con paridad definida y monedas reales. Se examina también la evolución de los subsistemas de espín y posición en base al formalismo. Finalmente, se analiza una posible aplicación de la noción de estados historia al campo de las series temporales.

104. ¿Cuánto esperar para que algo ocurra? Cantidad de evolución para estados mixtos

Marchisio A¹, Otero M^{1, 2}, Majtey A^{2, 3}

¹ Universidad Nacional de Río Cuarto (UNRC), Departamento de Física

² Universidad Nacional de Córdoba (UNC), Facultad de Matemática Astronomía, Física y Computación (FAMAF)

³ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Instituto de Física Enrique Gaviola (IFEG)

Varias preguntas pueden plantearse al analizar las limitaciones temporales asociadas a la evolución cuántica. Una pregunta importante es ¿cuánto tiempo hay que esperar para ver que algo ocurre? De hecho, la rapidez con la que un sistema cuántico puede evolucionar hacia un estado ortogonal (perfectamente distinguible) es la pregunta básica que abordan los estudios sobre el límite de velocidad cuántico. Una pregunta alternativa y complementaria, ¿cuánto ocurre durante un cierto periodo de tiempo?, fue abordada recientemente en [1] con la introducción de una medida de cantidad de evolución para estados puros basada en la distinguibilidad promedio de los estados del sistema en diferentes instantes de tiempo.

En este trabajo, utilizando medidas de distinguibilidad adecuadas extendemos la medida de evolución para estados mixtos. Caracterizamos la cantidad de evolución de los estados en términos de su grado de pureza y mostramos que algunas medidas de cantidad de evolución generalizadas conducen a los resultados previos cuando se consideran estados puros. Esta generalización, permite considerar la cantidad de evolución para dinámicas no unitarias. Estudiamos la evolución del sistema bajo diferentes procesos de decoherencia [2,3,4]. Identificamos dos comportamientos cualitativamente distintos en la medida, dependiendo de si la dinámica conduce o no a un estado estacionario. Además, analizamos los efectos no Markovianos en la cantidad de evolución.

Referencias

- [1] Majtey, A. P., Valdés-Hernández, A., Maglione, C. G., & Plastino, A. R. (2019). Entropic characterization of quantum states with maximal evolution under given energy constraints. *Entropy*, **21**(8), 770.
- [2] Maniscalco, S., & Petruccione, F. (2006). Non-Markovian dynamics of a qubit. *Physical Review A—Atomic, Molecular, and Optical Physics*, **73**(1), 012111.
- [3] Bellomo, B., Lo Franco, R., & Compagno, G. (2007). Non-Markovian effects on the dynamics of entanglement. *Physical Review Letters*, **99**(16), 160502.
- [4] Sevilla, F. J., & Valdés-Hernández, A. (2023). Dynamics of closed quantum systems under stochastic resetting. *Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical*, **56**(3), 034001.

105. Estudio de funciones de cuasidistribución de trabajo en sistemas cuánticos fuera del equilibrio

Murgia Maximiliano Pablo¹, Roncaglia Augusto José^{2 1}, Mayo Franco^{2 1}

¹ *Universidad de Buenos Aires (UBA), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN), Departamento de Física, Buenos Aires, Argentina*

² *Universidad de Buenos Aires (UBA), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Instituto de Física de Buenos Aires (IFIBA), Buenos Aires, Argentina*

El concepto de trabajo en física ha enfrentado desafíos al aplicarse a sistemas cuánticos fuera del equilibrio, ya que la definición clásica no se traslada fácilmente a la mecánica cuántica. En este contexto, la definición de trabajo más aceptada para sistemas cuánticos se basa en el protocolo de medición de dos puntos (TPM), que considera el trabajo como una variable aleatoria relacionada con la diferencia de energía durante un proceso. Sin embargo, esta definición presenta limitaciones en sistemas con coherencia cuántica, donde la primera medición destruye estas coherencias, causando discrepancias entre el trabajo medio y el cambio de energía medio. Para abordar esto, se han propuesto diferentes distribuciones de cuasiprobabilidad de trabajo, como la basada en la función de Wigner, que permiten extender esta distribución a sistemas que contienen coherencia cuántica. En este trabajo se estudia y caracteriza la función de Wigner y otras cuasidistribuciones, evaluando sus ventajas y desventajas al analizar procesos cuánticos fuera del equilibrio, incluyendo la dinámica de sistemas de dos niveles y la comparación con el protocolo TPM.

106. Fases Topológicas y Transmisión de Excitaciones en Cadenas de Espín

Moragues Lautaro Sebastian¹, Ferron Alejandro¹

¹ *Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Instituto de Modelado e Innovación Tecnológica (IMIT), Universidad Nacional del Nordeste (UNNE), FaCENA*

En este trabajo analizamos las fases topológicas y la transmisión eficiente de excitaciones en varios modelos de cadenas de espín. Las cadenas de espín topológicas han despertado gran interés en los últimos años debido a destacables propiedades como estados de borde robustos ante desorden. Caracterizamos la fase topológica del sistema calculando su fase de Berry bajo condiciones de contorno cerrada. Esto lo realizamos variando los parámetros característicos del sistema, permitiéndonos determinar en que regiones del espacio de parámetros el sistema se encuentra en una fase topológica. Analizamos la robustez ante desorden de los estados de borde y observamos si esto beneficia a la transmisión de excitaciones a través de la cadena con defectos en los acoples. Los tipos de cadenas de espín que estudiamos en este trabajo son: cadena de espín con interacción de intercambio dimerizada entre sitios (SSH XXZ), cadena de espín con interacción de intercambio más interacción dipolar entre sitios, y cadena de espín tipo escalera (dos cadenas de espín paralelas acopladas entre sí). Todos los resultados fueron obtenidos a partir de cálculos numéricos de diagonalización exacta.

107. Máxima violación de desigualdades de Bell en presencia de detectores no ideales

Gigena Nicolás¹, Panwar Ekta^{2 3}, Scala Giovanni^{3 4}, Araújo Mateus⁵, Farkas Máté⁶, Chaturvedi Anubhav⁷

¹ *Instituto de Física de La Plata (IFLP), Departamento de Física, Universidad Nacional de La Plata, C.C. 67, La Plata (1900), Argentina*

² *Institute of Theoretical Physics and Astrophysics, University of Gdansk, Gdansk, Poland*

³ *International Centre for Theory of Quantum Technologies, University of Gdansk, Gdansk, Poland*

⁴ *Dipartimento Interateneo di Fisica, Politecnico di Bari, Bari, Italy*

⁵ *Departamento de Física Teórica, Atómica y Óptica, Universidad de Valladolid, Valladolid, España*

⁶ *Department of Mathematics, University of York, Heslington, York, YO10 5DD, United Kingdom*

⁷ *Faculty of Applied Physics and Mathematics, Gdansk University of Technology, Gdansk, Poland*

La eficiencia de los detectores empleados durante un test de Bell afecta el potencial carácter no local de las correlaciones observadas, pues aquellos eventos en los que los detectores fallan pueden ser explotados por modelos de variables ocultas

locales, dando lugar al conocido *loophole de detección*. El cierre de este loophole reviste interés tanto a nivel fundamental como práctico, ya que la presencia de correlaciones no locales es clave en diferentes protocolos *device-independent* de procesamiento de información cuántica, como lo son la distribución cuántica de claves criptográficas y la certificación de aleatoriedad. Consecuentemente, durante las últimas décadas el trabajo en el tema se ha dirigido a determinar las condiciones límite en las que una dada desigualdad de Bell puede ser violada en presencia de detectores ineficientes, dando lugar a la noción de *eficiencia crítica*.

En este trabajo abordamos un problema relacionado pero diferente: dadas eficiencias η_A y η_B para los detectores en un test de Bell bipartito, nos interesa determinar la máxima violación de la desigualdad estudiada que puede obtenerse con estados y medidas cuánticas, y también las características que exhiben las realizaciones óptimas. Mostramos primero que el problema de violar una desigualdad de Bell en presencia de detectores ineficientes puede mapearse a aquel de violar, en condiciones ideales, una nueva desigualdad que deriva de la original, y que está determinada por la estrategia empleada para procesar eventos de detección fallida. Nos enfocamos entonces en el caso particular de la desigualdad CHSH, mostrando que para cualquier combinación de eficiencias (η_A, η_B) es posible encontrar analíticamente la máxima violación, expresada como la raíz más grande de un polinomio de grado 4. Además, encontramos que la máxima violación certifica el estado y medidas cuánticas empleados para alcanzarla. Como subproducto, estos resultados revelan la existencia de desigualdades de Bell para las que la jerarquía de cotas superiores a la violación máxima, introducida por Navacué-Pironio-Acín, no converge en niveles menores a 10, poniendo en duda la posibilidad de convergencia en un nivel finito.

108. Creación de compuertas cuánticas geométricas eficientes mediante técnicas de atajo a la adiabaticidad

Rus Maria Estefania¹, Gómez Sergio Santiago¹

¹ Instituto de Modelado e Innovación Tecnológica (IMIT)

La computación cuántica geométrica aprovecha las propiedades geométricas intrínsecas de los sistemas cuánticos para construir compuertas cuánticas eficientes. Es bien sabido que un sistema que evoluciona adiabáticamente bajo un hamiltoniano no degenerado puede adquirir un factor de fase puramente geométrico durante una evolución cíclica. Sin embargo, alcanzar la condición adiabática normalmente requiere tiempos de evolución prolongados. Para solucionar esto, se utilizan técnicas de Atajos a la adiabaticidad (STA) para realizar compuertas de alta fidelidad incluso en condiciones de evolución rápida.

En este trabajo, proponemos una compuerta geométrica de un solo qubit que emplea el formalismo de Dressed-States (DS) como protocolo STA, lo que permite que el sistema evolucione adiabáticamente. Estudiamos un sistema de dos niveles impulsado por un campo de microondas, analizando la fidelidad de la compuerta en presencia de errores de control del campo de microondas y la decoherencia producida por el contacto con el entorno. Además, comparamos la técnica de DS con el método "Transitionless Quantum Driving" (TQD) previamente estudiado.

109. Carga de baterías cuánticas en contacto con entornos fuera del equilibrio

Yacachury Julian¹, Mayo Franco¹, Roncaglia Augusto¹

¹ Instituto de Física de Buenos Aires (IFIBA)

En este trabajo se estudian procesos de carga para baterías cuánticas en contacto con entornos fuera de equilibrio a partir de un modelo colisional [1], estudiando su eficiencia (η) y potencia (P). En particular, se consideran entornos con coherencias ($|c|$), y se busca entender su efecto por sobre estas propiedades, a su vez que generar una caracterización con el resto de los parámetros.

Se comienza por estudiar un entorno levemente coherente [2,3], que es descripto por una ecuación maestra de tipo Linblad, y con el cual se encuentra que es imposible superar el proceso clásico en eficiencia. Se opta entonces por un proceso con tiempo de interacción finito. A partir del mismo se deriva una expresión analítica para la eficiencia, cuyo valor máximo es de $\eta = \frac{2}{3}$, y superando así el valor clásico de $\eta_C = \frac{1}{2}$. Adicionalmente, se observa que la coherencia mejora la eficiencia en los parámetros estudiados.

Para la potencia de carga, se deriva una expresión analítica en el proceso clásico y se evalúan casos límites. El proceso coherente es estudiado numéricamente, y se encuentra que la coherencia reduce la potencia. Debido al comportamiento opuesto de η con $|c|$, de presencia entonces un compromiso entre eficiencia y potencia, para los parámetros estudiados.

Referencias

[1] Francesco Ciccarello, Salvatore Lorenzo, Vittorio Giovannetti, and G. Massimo Palma. *Quantum collision models: Open system dynamics from repeated interactions*. Physics Reports, 954:1–70, April 2022.

[2] Franklin L. S. Rodrigues, Gabriele De Chiara, Mauro Paternostro, and Gabriel T. Landi. *Thermodynamics of weakly coherent collisional models*. Physical Review Letters, 123(14), oct 2019.

[3] Kenza Hammam, Heather Leitch, Yassine Hassouni, and Gabriele De Chiara. *Exploiting coherence for quantum thermodynamic advantage*. New Journal of Physics, 24(11):113053, nov 2022.

110. Estudio de los efectos de las correlaciones supercuánticas en el juego de las minorías

Barrangú J P^{1 2}, Arizmendi C M^{1 2}, Mazzitello K³

¹ Instituto de Investigaciones Científicas y Tecnológicas en Electrónica (ICYTE)

² Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMDP), Facultad de Ingeniería

³ Centro Atómico Bariloche (CAB)

Estudiamos el efecto de las correlaciones tipo PR-Box (Popescu-Rohrlich Box) [1] al ser introducidas en el juego de las minorías (Minority Game). Se trata de un juego binario en el que los agentes eligen uno de los dos lados en forma independiente y donde aquellos que están sobre el lado minoritario ganan [2]. La versión cuántica del juego de las minorías [3] tiene las mismas reglas que la versión clásica pero debido a la no-localidad de la mecánica cuántica se obtienen resultados distintos. Los efectos producidos en el juego cuántico por la violación de las desigualdades de Bell fueron estudiados en [4], mostrando que con el uso de la no-localidad cuántica se logra una ventaja para los jugadores con respecto al caso clásico. Las correlaciones PR-Box se caracterizan por ser no-señalizantes y cumplir al mismo tiempo la desigualdad CHSH con el máximo valor, lo que significa máxima no-localidad. La dispersión de la diferencia entre los agentes que pierden y los que ganan esta inversamente relacionada a la eficiencia de la distribución de recursos en el juego, es decir, valores más pequeños de la dispersión indican un mejor uso de los recursos de los agentes. Con las correlaciones PR-Box esperamos obtener un decrecimiento en la dispersión del juego. La misma depende de la memoria de las jugadas ganadoras en el pasado. Además, se evalúan las estadísticas del juego para distintas configuraciones, entre ellas las probabilidades de éxito.

Referencias

[1] Popescu, S. y Rohrlich, D. 'Quantum nonlocality as an axiom' Foundations of Physics, Vol. 24, No. 3, 379–385, 1994.

[2] Challet, D. y Zhang, Y. 'Emergence of cooperation and organization in an evolutionary game' Phys. A, Vol. 246, No. 3-4, 407–418, 1997.

[3] Benjamin, S. C. y Hayden, P. M. 'Multiplayer quantum games' Phys. Rev. A, Vol. 64, 030301, 2001.

[4] Flitney, A. P., Schlosshauer, M., Schmid, C., Laskowski, W. y Hollenberg, L. C. 'Equivalence between Bell inequalities and quantum minority games' Phys. Lett. A, Vol. 373, No. 5, 521 – 524, 2009.

111. Evolución Temporal Imaginaria Cuántica aplicada al problema UD-MIS

Losada Marcelo¹, Penas Víctor¹, Holik Federico², Lamberti Pedro Walter¹

¹ Facultad de Matemática Astronomía, Física y Computación (FAMAF)

² Instituto de Física de La Plata (IFLP)

El cálculo de estados fundamentales y térmicos de Hamiltonianos de sistemas cuánticos usando computadoras cuánticas puede tener un impacto relevante en muchos problemas de la física y de la computación. Recientemente, un algoritmo cuántico llamado Evolución Temporal Imaginaria Cuántica (QITE) fue propuesto como método para encontrar este tipo de estados cuánticos [1]. El algoritmo fue aplicado a Hamiltonianos geométricos k-locales. En este trabajo hemos aplicamos QITE a un problema de optimización discreta, llamado UD-MIS (Unit-disk maximum independent set problema) [2], que viola levemente la hipótesis de k-localidad. Se utilizó QITE para encontrar el óptimo de este problema. Se realizaron simulaciones usando instancias virtuales en Amazon Web Services para 6, 8, 10 y 12 qubits. Se analizó la fidelidad de los estados obtenidos con respecto al fundamental y la probabilidad de error de obtener el valor óptimo para diferentes parámetros de QITE. Los resultados obtenidos sugieren que el método es adecuado para este problema de optimización.

[1] Motta, M., Sun, C., Tan, A.T.K. et al. Determining eigenstates and thermal states on a quantum computer using quantum imaginary time evolution. Nat. Phys. 16, 205–210 (2020). [2] M.F. Serret, B. Marchand and T. Ayrál, Solving optimization problems with Rydberg analog quantum computers: Realistic requirements for quantum advantage using noisy simulation and classical benchmarks. Phys. Rev. A 102, 052617 (2020).

112. Transiciones Raman en cristales de iones de $^{40}\text{Ca}^+$ utilizando haces estructurados

Revora Corina^{1 2}, Verde Maurizio³, Nuñez Barreto Nicolás^{1 2}, Zenz Benjamin³, Stopp Felix³, Schmiegelow Christian Tomás^{1 2}, Schmidt-kaler Ferdinand³

¹ Universidad de Buenos Aires (UBA), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN), Departamento de Física. Buenos Aires, Argentina.

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Universidad de Buenos Aires (UBA), Instituto de Física de Buenos Aires (IFIBA), Buenos Aires, Argentina

³ QUANTUM, Institut für Physik, Johannes Gutenberg-Universität Mainz, Staudingerweg 7, 55128 Mainz, Deutschland.

Uno de los desafíos actuales de la computación cuántica con iones viene de poder conjugar el control de iones individuales en una estructura lineal que contenga varios de ellos. Para esto se utilizan láseres enfocados que son direccionados sobre uno u otro ion. Tradicionalmente para la implementación del control atómico vía láser se utilizan haces gaussianos. Allí, las interacciones que dan lugar a las distintas compuertas lógicas y fuerzas que se pueden realizar están geoméricamente determinadas por la dirección del vector de onda del láser. Controlar varios iones resulta dificultoso, ya que se genera un apañamiento en frecuencia de los modos transversales de movimiento, que son los únicos accesibles en las geometrías que permiten direccionamiento.

En cambio, si se utilizan haces estructurados, como los Hermite y Laguerre-Gauss u otros, se accede a la posibilidad de usar los gradientes transversales de estos haces para generar nuevas formas de interacción. Con estos se podrían realizar compuertas lógicas en cadenas arbitrariamente grandes sin este problema, ya que esta permite acceder a los modos longitudinales de la trampa, que son transversales al láser, y no sufren apañamiento.

En este trabajo se busca caracterizar la interacción de cristales de $^{40}\text{Ca}^+$ en el régimen Raman para diferentes configuraciones de haces estructurados con el objetivo de estudiar nuevos diseños de compuertas cuánticas. Se presentan resultados parciales del estado de avance del proyecto, donde ya se observó con haces gaussianos la transición Raman de los niveles $S_{1/2} \rightarrow P_{1/2}$ y se caracterizó los haces estructurados de Laguerre-Gauss obtenidos mediante láminas de fase espiral.

113. Automatización del atrapado determinista de iones en una trampa de Paul

Schiaffino Román¹, Elia Juan Pablo¹, Nuñez Barreto Nicolás^{1 2}, Schmiegelow Christian Tomás^{1 2}

¹ Universidad de Buenos Aires (UBA), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN), Departamento de Física

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Instituto de Física de Buenos Aires (IFIBA)

Los iones fríos atrapados en trampas de Paul demostraron ser plataformas muy versátiles para el estudio de la física fundamental a nivel cuántico, así como para el desarrollo de nuevas tecnologías cuánticas como simuladores cuánticos, relojes atómicos y computadoras cuánticas. En ese sentido, el desarrollo de algoritmos de automatización es vital para poder tener repetibilidad al llevar a cabo los experimentos y algoritmos deseados.

En este trabajo, desarrollamos un algoritmo que permite automatizar el atrapado de iones en una trampa de Paul de iones de calcio de forma que se pueda reconocer la cantidad de iones atrapados a través de la detección de la fluorescencia emitida por los mismos y detener el proceso una vez alcanzado el número de iones objetivo. En primer lugar, presentamos una caracterización de la tasa de atrapado de la trampa utilizada en función de parámetros experimentales como la potencia de los láseres de fotoionización, identificando el régimen óptimo en el que la cantidad de iones en la trampa puede ser reconocida por el algoritmo. En segundo lugar, investigamos el efecto del atrapado simultáneo de más de un ion a la vez, lo cual presenta una dificultad adicional para la automatización. Finalmente, describimos el algoritmo construido, que incluye una calibración previa para conocer la fluorescencia emitida por los iones y un proceso de reconocimiento de la cantidad de iones atrapados de acuerdo a su fluorescencia, utilizando el método del "voto de la mayoría". Para detener el atrapado, se incluyeron dos obturadores en la óptica del experimento que bloquean el camino óptico de los láseres de fotoionización.

114. Evaluación de la performance de un circuito cuántico de baja profundidad diseñado para un problema de regresión

Perón Santana Sofía^{1 2}, Legnazzi Legnazzi^{1 2}, Ribetto Federico^{1 2}, Osenda Omar^{1 2}

¹ Facultad de Matemática Astronomía, Física y Computación (FAMAF), Universidad Nacional de Córdoba (UNC)

² Instituto de Física Enrique Gaviola (IFEG), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

Los circuitos cuánticos son uno de los modelos de cómputo cuántico más sencillos de entender dada la alta equivalencia entre los conceptos de bit-qubit y compuertas clásicas y cuánticas. En el esquema de trabajo conocido como aprendizaje de circuitos cuánticos se usa aprendizaje automático para diseñar un circuito cuántico para que realice determinadas tareas como clasificación, o regresión de datos. Se analiza la performance de distintos circuitos que han sido diseñados para realizar una regresión cuando se ejecuta el circuito en una de las computadoras cuánticas basadas en qubits superconductores de IBM (ibmbrisbane), teniendo en cuenta el número de qubits del circuito, la profundidad del mismo, las características de las compuertas generadoras de entrelazamiento, etc. También se analiza la performance de distintos algoritmos para corregir los efectos del ruido.

115. Estudio de la transmisión de estados cuánticos en cadenas de spin tipo Heisenberg con interacciones dependientes del sitio diseñadas usando algoritmos genéticos.

Perón Santana Sofía^{1 2}, Domínguez Martín¹, Osenda Omar^{1 2}

¹ Universidad Nacional de Córdoba (UNC), Facultad de Matemática, Astronomía, Física y Computación, Córdoba, Argentina

² Instituto de Física Enrique Gaviola (IFEG), (CONICET-UNC), Córdoba, Argentina

Diseñar buenos canales de transmisión para estados cuánticos arbitrarios en cadenas de spin implica optimizar una función costo. Generalmente, esa función es la fidelidad promedio de transmisión, que mide qué tan similar es el estado transmitido al estado que se preparó al principio del protocolo de transmisión. Cuando se promedia sobre todos los estados iniciales posibles, es una figura de mérito que cuantifica la calidad del protocolo. Existen propuestas para optimizar un Hamiltoniano dado para lograr una tarea determinada como, por ejemplo, la transmisión de estados cuánticos. En particular, se considera el diseño de cadenas de spin de tipo Heisenberg. Este algoritmo altamente eficiente permite estudiar distintas propiedades de Hamiltonianos con buena capacidad de transmisión. Una de las desventajas aparentes de usar un método de búsqueda aleatoria es que la intensidad de los coeficientes puede variar abruptamente entre los sitios. Modificando la función costo, se obtienen Hamiltonianos con coeficientes de intercambio que varían suavemente de sitio a sitio. Nuestros resultados muestran que los Hamiltonianos suavizados tienen la misma, o menos, habilidad de transmisión que los otros y que ambos sistemas presentan robustez similar frente al desorden estático. Al estudiar las propiedades estadísticas de los autovalores de los Hamiltonianos con distintas capacidades de transmisión, se determina el tipo de ensamble al que pertenecen los espectros.

116. Estimación de estados simétricos en computadoras cuánticas

Holik Federico Hernán¹, Losada Marcelo², Zerr Giannina³, Rebón Lorena¹, Tielas Diego¹

¹ Instituto de Física de La Plata (IFLP)

² Facultad de Matemática Astronomía, Física y Computación (FAMAF)

³ Universidad de Buenos Aires (UBA)

El problema de la estimación de estados cuánticos es crucial en el desarrollo de tecnologías cuánticas. En particular, el uso de estados cuánticos simétricos es útil en muchas aplicaciones relevantes. En este trabajo, analizamos la tarea de reconstruir las matrices densidad de estados cuánticos simétricos generados por un procesador cuántico. Para este propósito, aprovechamos una técnica de estimación que resulta ser equivalente a la estimación cuántica de Máxima Entropía (MaxEnt), y que fue adaptada recientemente para estados cuánticos con simetrías arbitrarias. El uso inteligente del conocimiento previo de las simetrías del estado cuántico permite reducir tanto el número de mediciones que deben realizarse en el sistema como el tamaño del problema computacional para almacenar y procesar los datos, lo que resulta en un mejor rendimiento general del estimador. Después de realizar simulaciones numéricas, implementamos algunos ejemplos de estados simétricos en procesadores cuánticos de IonQ y los estimamos utilizando la técnica propuesta. Los resultados están en buen acuerdo con las simulaciones numéricas, lo que muestra que el método propuesto es un buen estimador que permite ahorrar recursos experimentales y computacionales.

117. Espectroscopía Landau-Zener-Stückelberg de un qubit tipo fluxonium

Reparaz Valentín^{1 2}, Bruegevin Lucas^{2 3}, Tosi Leandro^{4 1 2}, Daniel Dominguez^{4 2 3}, María José Sanchez^{4 2 3}

¹ Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Centro Atómico Bariloche (CAB), Grupo de Circuitos Cuánticos, Div. Dispositivos y Sensores

² Instituto Balseiro (IB)

³ Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Centro Atómico Bariloche (CAB), Grupo de Teoría de la Materia Condensada

⁴ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

Dentro de la familia de circuitos superconductores, el fluxonium, con sus largos tiempos de coherencia, es un qubit prometedor para la computación cuántica [1,2]. En este trabajo estudiamos numéricamente el forzamiento periódico de qubits fluxonium con señales no resonantes donde el parámetro de control es la amplitud del forzado. En estas condiciones se producen resonancias de Landau-Zener-Stückelberg (LZS)[3]. Como etapa preliminar a la implementación de compuertas de entrelazamiento mediante interferometría LZS [4], en este trabajo utilizamos parámetros realistas para el fluxonium y estudiamos el efecto del forzamiento manteniendo todos los niveles del circuito. En el régimen de forzado rápido analizamos las probabilidades de transición, encontrando una compleja estructura de resonancias para las transiciones desde 0 a otros niveles [5]. Con el fin de interpretar mejor los resultados, se analizó el forzamiento del fluxonium truncado a dos niveles. La dinámica de este sistema simplificado puede entenderse usando un modelo efectivo de dos niveles, con drives proporcionales a σ_x y σ_y .

[1] Vladimir E. Manucharyan et al., *Fluxonium: Single Cooper-Pair Circuit Free of Charge Offsets*. Science 326,113-116 (2009).

[2] Feng Bao et al., *Fluxonium: An Alternative Qubit Platform for High-Fidelity Operations*. Phys. Rev. Lett. 129, 010502

(2022)

[3] S.N. Shevchenko et al., *Landau–Zener–Stückelberg interferometry*. Physics Reports, Volume 492, Issue 1, 0370-1573 (2010)[4] Sebastián Luciano Gallardo, Daniel Domínguez, and María José Sánchez. *Dissipative entanglement generation between two qubits parametrically driven and coupled to a resonator*. Phys. Rev. A 105, 052413 (2022)[5] Alejandro Ferrón, Daniel Domínguez, and María José Sánchez. *Dynamic transition in Landau–Zener–Stückelberg interferometry of dissipative systems: The case of the flux qubit*. Phys. Rev. B 93, 064521 (2016)

118. Entrelazamiento de tres partículas indistinguibles

Céspedes Paula^{1 2}, Holik Federico³, Majtey Ana^{1 2}¹ Instituto de Física Enrique Gaviola (IFEG)² Facultad de Matemática Astronomía, Física y Computación (FAMAF)³ Instituto de Física de La Plata (IFLP)

Mientras el concepto de entrelazamiento para sistemas compuestos de partes distinguibles está bien definido, las nociones de entrelazamiento y no-localidad en sistemas de partículas indistinguibles (donde debe utilizarse el postulado de simetrización) son difíciles de definir, y se han propuesto varios enfoques diferentes para abordar esta cuestión. En este trabajo estudiamos el problema de la detección del entrelazamiento tripartito entre partículas bosónicas indistinguibles utilizando un procedimiento basado en el análisis de las propiedades de una sola partícula. En concreto, seguimos el criterio de entrelazamiento para dos partículas indistinguibles propuesto por Ghirardi et. al. (2002) [1] y extendemos el argumento a sistemas de tres qubits y qutrits bosónicos indistinguibles. Analizando ejemplos representativos, encontramos estados que son cualitativamente diferentes del caso de dos partículas. Nuestros resultados contribuyen al desarrollo de un criterio exhaustivo para el entrelazamiento de tres partículas indistinguibles.

[1] G. Ghirardi, L. Marinatto, and T. Weber. "Entanglement and Properties of Composite Quantum Systems: A Conceptual and Mathematical Analysis", Journal of Statistical Physics 108, 49 (2002),

119. Efectos térmicos en espectros de fluorescencia de un ion atrapado: comparación de simulaciones numéricas.

Bonetto Muriel^{1 2}, Nuñez Barreto Nicolás Adrian^{1 2}, Schmiegelow Christian Tomás^{1 2}, Cormick Cecilia³¹ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Universidad de Buenos Aires (UBA), Instituto de Física de Buenos Aires (IFIBA)² Universidad de Buenos Aires (UBA), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN), Departamento de Física (DF)³ Universidad Nacional de Córdoba (UNC), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Instituto de Física Enrique Gaviola (IFEG)

El desarrollo de buenos métodos para estimar la temperatura de iones atrapados es importante para su utilización en el estudio de fenómenos de transporte de energía de vibración y de termodinámica cuántica. Una herramienta valiosa para este fin se basa en el ajuste de resonancias oscuras en el espectro de fluorescencia. Sin embargo, la confiabilidad del procedimiento aún no es clara. En este trabajo discutimos diferentes técnicas para simular numéricamente el espectro de un ion sometido a movimiento térmico. Identificamos las ventajas y limitaciones de cada método, empezando con modelos simplificados de dos y tres niveles para proporcionar una mejor comprensión de las aproximaciones involucradas. A continuación, abordamos el caso de un ion de calcio de ocho niveles, experimentalmente relevante. En concreto, observamos que aproximar el efecto térmico a través de un desfase (dephasing) adicional resulta conveniente desde el punto de vista computacional, pero puede dar lugar a errores significativos en la estimación de la temperatura. Sin embargo, esto puede contrarrestarse mediante una calibración adecuada, lo que apoya el uso de resonancias oscuras como termómetro.

120. Conjuntos de observables que dan lugar a probabilidades negativas

Pujol Juan Manuel^{1 2}, Portesi Mariela¹, Holik Federico¹¹ Instituto de Física de La Plata (IFLP)² Universidad Nacional de La Plata (UNLP)

La emergencia de probabilidades negativas en la descripción de un sistema cuántico puede ser usada como signature de no-clasicalidad, y está relacionada con la noción de contextualidad cuántica [1, 2]. El estudio de la negatividad es de interés en distintas áreas, tales como la óptica cuántica y la computación cuántica. En esta contribución presentamos un estudio de situaciones que no pueden ser descritas mediante una distribución de probabilidad clásica, haciendo necesario el uso de probabilidades negativas. Esto pone en evidencia el carácter netamente cuántico de las correlaciones involucradas. En particular, estudiamos observables basados en bases mutuamente no sesgadas (MUBs), SIC-POVMs, y también otros operadores asociados con la contextualidad de Kochen-Specker.

[1] J. Acacio de Barros, F. Holik. Indistinguishability and negative probabilities. *Entropy* 22, 829 (2020).

[2] E. Monchetti, C. Massri, J. Acacio de Barros, F. Holik. Measure-theoretic approach to negative probabilities. arXiv:2302.00118

121. Compuertas cuánticas en qubits de espines en semiconductores controladas mediante modulación de acoplamientos

Bendersky Alejandro Daniel¹, Gómez Sergio S¹, Romero Rodolfo H¹

¹ Instituto de Modelado e Innovación Tecnológica (IMIT)

Los qubits de spin en quantum dots semiconductores son un sistema físico prometedor para una plataforma escalable para la computación cuántica. El control de qubits es usado para generar compuertas de uno y dos qubits necesarias para realizar algoritmos cuánticos. Un único electrón en un doble quantum dot con acoplamiento de túnel t_c y detuning e puede ser impulsado a localizar o delocalizar su función de onda entre ambos Qds modulando t_c y e . La presencia de un campo magnético externo longitudinal y uniforme B_z y un gradiente magnético transversal B_x nos permite hacer uso de resonancia de dipolo eléctrico de spin para manipular el spin por medios electrónicos. Este modo de operación ha sido nombrado como un qubit "floppingmode". En este trabajo proponemos operar un qubit en la configuración "flopping-mode", modulando el acoplamiento entre los puntos cuánticos, generando así compuertas de un qubit. Para realizar compuertas de dos qubits alineamos dos sistemas de doble quantum dots, cada uno representando un qubit en la configuración "flopping-mode". Las operaciones de dos qubits requiere la interacción física entre ellos. Logramos esta interacción por medio de un acoplamiento de intercambio entre los qubits. Este tipo de acoplamiento ha sido usado para implementar compuertas cuánticas de dos qubits en varios tipos de qubits de spin semiconductores. Podemos demostrar que la evolución unitaria de uno y dos qubits bajo un control de tunneling, da lugar a compuertas que forman un conjunto universal para una computación cuántica. Se realizó también un estudio del leakage (pérdida) a estados no computacionales, a partir del análisis de la fidelidad a los estados target, y del ruido debido al ambiente encontrando robustez en el sistema en determinadas condiciones.

122. Generación de Entrelazamiento Dinámico en Qubits Acoplados Paramétricamente

Meneses Ancalle Gustavo Mauricio¹, Sánchez María José², Domínguez Daniel¹

¹ Centro Atómico Bariloche (CAB), Instituto Balseiro (IB)

² Instituto de Nanociencia y Nanotecnología (INN)

La generación y el control del entrelazamiento de sistemas físicos es un requisito central para la realización de simulaciones y algoritmos cuánticos, ya que permite aprovechar las correlaciones no locales que surgen de la mecánica cuántica, y en este contexto los campos de microondas se han convertido en una herramienta valiosa[1,2]. Basándonos en estas ideas, en el presente trabajo se estudia la manipulación del entrelazamiento entre dos qubits superconductores acoplados longitudinalmente, mediante la aplicación paramétrica sobre el acoplamiento de campos de microondas de amplitud y frecuencia variables. En ausencia de forzado externo, el sistema de estudio presenta regiones en las que su estado fundamental está entrelazado y otras en las que es separable, dependiendo de la intensidad del acoplamiento entre los qubits. Ante la aplicación del campo periódico en el acoplamiento, mostramos que es posible generar entrelazamiento dinámicamente. Se analiza el rol de las resonancias, debidas a las transiciones Landau-Zener-Stückelberg-Majorana (LZSM)[3], en las cuales el grado de entrelazamiento puede ser modulado controlando la amplitud del campo aplicado.

[1] Gramajo, A. L., Domínguez, D., and Sánchez, M. J. (2017). "Entanglement generation through the interplay of harmonic driving and interaction in coupled superconducting qubits." *The European Physical Journal B*, 90, 1–10.

[2] Gramajo, A. L., Domínguez, D., and Sánchez, M. J. (2018). "Amplitude tuning of steady-state entanglement in strongly driven coupled qubits." *Physical Review A*, 98(4), 042337.

[3] Vakhnenko, V., Shevchenko, S. N., and Nori, F. (2023). "Nonadiabatic Landau-Zener-Stückelberg-Majorana transitions, dynamics, and interference." *Physics Reports*, 995, 1–89.

123. Distribución de entrelazamiento en sistemas multipartitos

Alvarez Yanet², Portesi Mariela², Bosyk Gustavo Martín³

¹ Instituto de Física de La Plata (IFLP), CONICET-UNLP

² Facultad de Ciencias Exactas (FCE), Universidad Nacional de La Plata (UNLP)

³ Instituto de Investigación en Ciencias de la Computación (ICC), CONICET-UBA

El entrelazamiento es un concepto clave en la mecánica cuántica y es el origen de diversos fenómenos que no pueden explicarse mediante la física clásica. Es un recurso indispensable en muchas tareas de procesamiento de la información cuántica. Numerosas medidas han sido propuestas para cuantificar este aspecto fundamental de los sistemas cuánticos [1-3]. Sin embargo, la caracterización del entrelazamiento multipartito es un problema complejo que aún no se ha resuelto

por completo. Con el fin de avanzar en la comprensión de estas correlaciones multipartitas, estudiamos extensiones multipartitas del *tangle* y la q -entropía de entrelazamiento de Tsallis en estados multipartitos puros y cómo se distribuyen sobre estados puros aleatorios [4,5].

- [1] R. Horodecki, P. Horodecki, M. Horodecki, and K. Horodecki. *Quantum entanglement*. Rev. Mod. Phys. **81**, 865 (2009).
- [2] I. Bengtsson and K. Życzkowski. *Geometry of Quantum States: An Introduction to Quantum Entanglement* (Cambridge University Press, 2017).
- [3] Y. Guo and L. Zhang. *Multipartite entanglement measure and complete monogamy relation*. Phys. Rev. A **101**, 032301 (2020).
- [4] P. Facchi, G. Florio, U. Marzolino, G. Parisi, and S. Pascazio. *Classical statistical mechanics approach to multipartite entanglement*. J. Phys. A: Math. Theor. **43**, 225303 (2010).
- [5] S. Szalay. *Multipartite entanglement measures*. Phys. Rev. A **92**, 042329 (2015).

FOTÓNICA Y ÓPTICA

MARTES 17 17:30 - 19:30 hs.

Sala Angelelli

124. Modelado, fabricación y caracterización de dispositivos basados en heteroestructuras semiconductoras

Arias Malen M.¹, Morales Respall Liza M.^{1 2}, Prado Ayelén^{1 3}, Salazar Alarcón Leonardo^{1 3}, Rozas Guillermo^{1 2}

¹ Instituto Balseiro (IB), Centro Atómico Bariloche (CAB), Universidad Nacional de Cuyo (UNCuyo), Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA)

² Centro Atómico Bariloche (CAB), Instituto de Nanociencia y Nanotecnología (INN), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Laboratorio de Fotónica y Optoelectrónica

³ Centro Atómico Bariloche (CAB), Instituto de Nanociencia y Nanotecnología (INN), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), División Dispositivos y Sensores

Los láseres de cascada cuántica (QCL por su sigla en inglés) son dispositivos de gran interés debido a su capacidad de emisión en el infrarrojo medio y lejano. Este rango resulta importante para aplicaciones de espectroscopía, sensado remoto e imágenes en áreas biológicas o de medicina. Los QCL son dispositivos unipolares que utilizan transiciones electrónicas entre subbandas confinadas en un sistema de pozos cuánticos acoplados, permitiendo emitir fotones de energías menores a las de los láseres semiconductores convencionales.

Se caracterizaron estructuras QCLs de GaAs/AlGaAs midiendo sus curvas I vs. V. Primero, se estudió un láser de cascada cuántica de THz crecido en el Paul Drude Institute (PDI) de Berlín para poder automatizar la toma de medidas con el equipo del laboratorio. A continuación, se utilizó este sistema de medición para estudiar muestras basadas en un QCL de infrarrojo medio, crecidas en el Centro Atómico Bariloche (CAB), comparando sus propiedades eléctricas con valores nominales.

Por otro lado, se estudió la emisión de luminiscencia debida a transiciones entre la banda de conducción y valencia de estructuras de pozos cuánticos acoplados, en función de un campo eléctrico externo aplicado. Se midió experimentalmente dicha emisión y se comparó con valores modelados numéricamente para estas mismas estructuras, proponiendo posibles razones para las discrepancias.

Finalmente, se procesaron nuevas muestras de QCLs en la Sala Limpia del CAB, realizándose distintos procesos de litografías y evaporación de metales para depositar los contactos óhmicos de los láseres.

125. Microfabricación y caracterización de películas delgadas de Tungsteno para fuente de radiación de cuerpo negro

Rosellini L. A.^{1 3 2}, Bonaparte J.^{2 4 5}, Bonilla Neira J. D.^{3 4 5 6}, Müller N. A.^{3 2 4 5}, Almela A.^{7 3 2}, Platino M.^{3 2 4 6}

¹ Universidad de Buenos Aires (UBA), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

² Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Argentina

³ Instituto de Tecnologías en Detección y Astropartículas (ITeDA), Argentina

⁴ Universidad Nacional de Gral. San Martín (UNSAM), Argentina

⁵ Karlsruhe Institute of Technology (KIT), Alemania

⁶ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina

⁷ Universidad Tecnológica Nacional (UTN), Argentina

Para estudiar y caracterizar bolómetros criogénicos, en particular los Microbolómetros Magnéticos (MMB) que se están desarrollando como propuesta para el plano focal del experimento QUBIC, es necesario una fuente de radiación de cuerpo negro que emita una densidad espectral de potencia conocida en la banda de 150 GHz, la cual corresponde a la radiación cósmica de microondas (CMB).

La fuente propuesta consiste en una malla metálica delgada de tungsteno, que deberá presentar una impedancia de radiación del orden de la del espacio libre para optimizar su emisión. Esta impedancia depende tanto de la geometría de la malla como de su resistividad. En este trabajo, se presentan los primeros pasos del diseño de la malla, donde se llevó a cabo la microfabricación de películas delgadas de tungsteno en las instalaciones del Centro Atómico Constituyentes. Posteriormente, se caracterizó la resistividad de las muestras a temperaturas cercanas a 4K para así definir la geometría de la malla.

126. Fabricación de redes plasmónicas mediante impresión óptica de nanopartículas

Pereyra A. J.^{1, 2}, Mina Villareal C.², Violi I. L.², Gargiulo J.²

¹ *Universidad de Buenos Aires (UBA), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN), Departamento de Física*

² *Universidad Nacional de Gral. San Martín (UNSAM), Instituto de Nanosistemas, Laboratorio de Nanofotónica*

Las nanopartículas metálicas (NPs) actúan como nanoantenas en el rango visible gracias a sus resonancias plasmónicas superficiales localizadas (LSPR), lo que les permite coleccionar eficientemente la luz, concentrarla en pequeños volúmenes de escala nanométrica y transferir su energía a los portadores de carga y fonones del material.[1] De esta forma, actúan como fuentes de campo electromagnético, carga y calor en la nanoescala, modulables remotamente usando luz. Estas capacidades han dado origen al campo de estudio denominado nanoplasmónica, y motivado el uso de las NPs en numerosas aplicaciones en nanotecnología. Cuando se organizan NPs en arreglos ordenados, pueden aparecer modos colectivos conocidos como resonancias plasmónicas de red.[2] La respuesta óptica de estos modos colectivos es más fuerte que la resonancia de las NPs individuales, y presenta factores de calidad más altos. Además, las resonancias colectivas pueden sintonizarse en frecuencia mediante la modificación de los parámetros de red. Por último, presentan mayores respuestas fototérmicas.[3] Si bien las propiedades de estas redes fueron estudiadas exhaustivamente de forma teórica, su fabricación y demostración experimental es desafiante y constituye un desafío abierto de la nanotecnología. En este trabajo encaramos el desafío utilizando la técnica de impresión óptica de nanopartículas. La misma permite la fabricación de arreglos arbitrarios de NPs sobre superficies.[4,5] La versatilidad de este método a la hora de modificar los parámetros de la red (como su tamaño y la distancia entre NPs) permite fabricar y estudiar las resonancias de red de distintos arreglos de NPs esféricas, geometría que es difícil de obtener por otros métodos como litografías. Aquí se presentará la fabricación de grillas periódicas cuadradas de NPs esféricas de Au de 100 nm a diferentes distancias y en un tamaño total de grilla variable, estudiando cómo estos parámetros afectan la presencia e intensidad de las resonancias de red. Los resultados obtenidos contribuirán al desarrollo de nuevos dispositivos fotónicos para la manipulación de luz y calor en la micro y nano escala.

[1] Giannini, V.; Fernández-Domínguez, A. I.; Heck, S. C.; Maier, S. A. Plasmonic Nanoantennas: Fundamentals and Their Use in Controlling the Radiative Properties of Nanoemitters. *Chem. Rev.* 2011, 111 (6), 3888–3912.

[2] Cherqui, C.; Bourgeois, M. R.; Wang, D.; Schatz, G. C. Plasmonic Surface Lattice Resonances: Theory and Computation. *Acc. Chem. Res.* 2019, 52 (9), 2548–2558.

[3] Zundel, L.; Malone, K.; Cerdán, L.; Martínez-Herrero, R.; Manjavacas, A. Lattice Resonances for Thermoplasmonics. *ACS Photonics* 2023, 10 (1), 274–282.

[4] Violi, I. L.; Martínez, L. P.; Barella, M.; Zaza, C.; Chvátal, L.; Zemánek, P.; Gutiérrez, M. V.; Paredes, M. Y.; Scarpettini, A. F.; Olmos-Trigo, J.; Pais, V. R.; Nóbrega, I. D.; Cortes, E.; Sáenz, J. J.; Bragas, A. V.; Gargiulo, J.; Stefani, F. D. Challenges on Optical Printing of Colloidal

127. Enfriado del movimiento de nano-partículas dopadas con tierras raras levitadas en una trampa de Paul

Gliosca S M^{1, 2}, Mendicino L R^{1, 2}, Schmiegelow C T^{1, 2}

¹ *Universidad de Buenos Aires (UBA), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN), Departamento de Física, Buenos Aires, Argentina.*

² *Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Universidad de Buenos Aires (UBA), Instituto de Física de Buenos Aires (IFIBA), Buenos Aires, Argentina.*

En los últimos años se ha experimentado con varios sistemas de captura y enfriamiento del centro de masa de nanopartículas levitadas. Esto resulta de interés no solo para el estudio de física fundamental de sistemas cuánticos, sino también debido a la posibilidad de desarrollar métodos de enfriado libres de contacto para sistemas de materia condensada.

En este trabajo compartiremos los avances realizados en el atrapado y enfriado de nano-partículas $\text{Yb}^{+3}:\text{NaYF}_4$ de diámetros entre 100 y 200 nm a través de un método de retroalimentación eléctrica y los posteriores experimentos de fluorescencia que nos permitirán medir la temperatura interna de la nano-partícula para realizar ensayos de protocolos de enfriamiento láser de los grados de libertad internos del cristal.

Estos experimentos se enmarcan en estudios teóricos realizados en nuestro grupo de trabajo sobre protocolos multiniveles de enfriamiento anti-Stokes, los cuales se proponen superar los límites actuales de enfriamiento establecidos para este tipo de sistemas, así como también la utilización de sistemas alternativos para la superación de estos límites.

Por último se presentará también parte del trabajo realizado durante estancias académicas en el grupo de la Dra. Tracy Northup en la *Universität Innsbruck*, el cual fue uno de los pioneros y actuales expertos en este tipo de sistemas.

128. Dando Nueva Vida a un Espectrofluorómetro Antiguo: Medición de Tiempos de Vida y Automatización de Mediciones

Di Napoli Tomás¹, Bujjamer Juan M.^{1, 2}, Grecco Hernán E.^{1, 2}

¹ *Universidad de Buenos Aires (UBA), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN), Departamento de Física, Buenos Aires, Argentina.*

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Instituto de Física de Buenos Aires (IFIBA), Buenos Aires, Argentina.

Un problema frecuente para instituciones y laboratorios de investigación científica en países con inversión insuficiente en ciencia y técnica es que instrumentos de alta calidad dejan de ser utilizados debido al envejecimiento de su plataforma de control y de su electrónica. Es común que esta situación sea causada por una falla en la computadora de control, y no por un problema intrínseco del instrumento. Esto obliga a los laboratorios a tener que conseguir respuestos de componentes que ya no se encuentran en el mercado, sin la garantía de lograrlo y con la posibilidad de perder la inversión realizada en el instrumento. Actualizar estos equipos es una solución eficiente en costos para extender su vida útil, permitiendo además aumentar sus capacidades de investigación agregando nuevas funcionalidades.

En este trabajo presentamos la actualización y mejora de un espectrofluorómetro Horiba PTI QuantaMaster 400 de más de 30 años, reemplazando su electrónica y software de control por una alternativa de código abierto. Originalmente, el control del instrumento dependía de una computadora con placas de control con interfaz ISA y del software de código cerrado FelixGX corriendo en Windows 95. Reemplazamos la computadora por una placa Red Pitaya (RP) que consiste en una FPGA y una CPU corriendo Linux. Desarrollamos un software de control de código abierto en Python fácilmente extensible y adaptable, que además de cubrir las capacidades del software original FelixGX permite programar mediciones de forma automatizada, asíncrona y remota. La electrónica de control original se reemplazó por controladores modernos de motores por paso dirigidos por los pines digitales de la RP. El conteo de los fotones incidentes en el PMT del espectrofluorómetro se realiza a través de las entradas analógicas de radiofrecuencia de la RP.

Por último, adaptamos el espectrofluorómetro para medir tiempos de vida desde las decenas de microsegundos hasta las decenas de milisegundos. Utilizamos esta última modificación para caracterizar nanopartículas de conversión ascendente (UCNPs, por sus siglas en inglés), que presentan transiciones con tiempos de vida del orden de las centenas de microsegundos. Las UCNPs se deben excitar con una longitud de onda de ≈ 980 nm para observar su luminiscencia. Por este motivo, agregamos un controlador de diodos láser comandado por la RP, conectado a un diodo láser de 976 nm.

Las modificaciones que presentamos en este trabajo permiten extender la vida útil de un instrumento de miles de dólares, fundamental para caracterización fotoquímica, por un costo aproximado de US\$ 500. Además, agregando un controlador de diodos láser y un diodo láser externo es posible añadir la capacidad de medir tiempos de vida del orden de los milisegundos, en particular para caracterizar UCNPs.

129. Sensores de punto excepcional resistentes al ruido vía la ingeniería de superficies de Riemann no lineales

Wagner Boián Pablo Fabián¹, Suntharalingam Arunn², Reisner Mattis², Kuhl Ulrich^{2,3}, Kottos Tsampikos², Fernández Alcázar Lucas Jonatan^{4,1}

¹ Facultad de Ciencias Exactas, Naturales y Agrimensura, Universidad Nacional del Nordeste, W3404AAS, Corrientes, Argentina

² Wave Transport in Complex Systems Lab, Department of Physics, Wesleyan University, Middletown CT, USA

³ Université Côte d'Azur, CNRS, Institut de Physique de Nice (INPHYNI), 06200, Nice, France

⁴ Instituto de Modelado e Innovación Tecnológica (IMIT), Universidad Nacional del Nordeste (UNNE), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

Los puntos excepcionales son degeneraciones espectrales que ocurren en el espectro de Hamiltonianos no-Hermitianos. El diseño de sensores basados en puntos excepcionales ha atraído mucha atención últimamente, puesto que es posible explotar la respuesta sublineal del desdoblamiento de estos autovalores frente a perturbaciones externas sobre el Hamiltoniano [1-2]. En un trabajo reciente, Suntharalingam y colaboradores [3] mostraron experimentalmente que la sensibilidad supera al ruido por dos órdenes de magnitud en sistemas no-lineales y no-Hermitianos, donde la cercanía a un punto excepcional proporciona la respuesta sublineal mientras que la no-linealidad brinda robustez ante el ruido. En este trabajo, al combinar elementos no-Hermitianos (ganancia-pérdida) con no-linealidades apropiadamente configuradas, damos forma a las superficies de Riemann asociadas a las frecuencias de los super-modos. Además, es posible modificar las formas de dichas superficies, su estabilidad, incluso las formas del crecimiento de los dominios de biestabilidad que se originan en el punto excepcional del sistema. En particular, elegimos una configuración donde el ancho del dominio de la biestabilidad crece como la raíz cuadrada de un parámetro de perturbación. Esta forma funcional permite crear sensores con una muy alta sensibilidad para parámetros pequeños de perturbación. A su vez, la estabilidad de los puntos de operación garantiza propiedades de resiliencia ante el ruido. Nuestro estudio ayuda a mejorar la comprensión de sistemas no-Hermitianos que presentan no-linealidades y mostramos cómo estas pueden ser aprovechadas para generar prototipos de sensores ultrasensibles.

[1] J. Wiersig, Enhancing the sensitivity of frequency and energy splitting detection by using exceptional points: application to microcavity sensors for single-particle detection, *Phys. Rev. Lett.* 112, 203901 (2014).

[2] W. Chen, Ş. K. Özdemir, G. Zhao, J. Wiersig, L. Yang, Exceptional points enhance sensing in an optical microcavity, *Nature* 548, 192–196 (2017).

[3] A. Suntharalingam, L. Fernández-Alcázar, R. Kononchuk, T. Kottos, Noise resilient exceptional-point voltmeters enabled by oscillation quenching phenomena, *Nature Communications* 14, 5515 (2023).

130. Transporte no recíproco en dímeros RLC no lineales

Vergara Juan Cruz¹, Blanco Leandro Javier¹, Ramos Alba Yanina^{2 1}, Fernández Alcazar Lucas Jonatan^{2 1}

¹ Universidad Nacional del Nordeste (UNNE)

² Instituto de Modelado e Innovación Tecnológica (IMIT)

La reciprocidad de Lorentz es un principio fundamental en la radiación electromagnética que requiere que la transmisión de señales a través de un canal sea simétrica cuando se intercambian los puntos de origen y observación. Esto es de gran importancia porque impone limitaciones fundamentales en la forma en que procesamos señales en sistemas de comunicación [1-2]. En este trabajo estudiaremos la ruptura de la reciprocidad en el transporte de ondas a través de dímeros RLC acoplados que conjugan características no Hermitianas (pérdida o ganancia) con elementos no lineales disipativos. Buscaremos condiciones que permitan maximizar la asimetría. Para demostrar nuestros resultados desarrollaremos plataformas experimentales basadas en circuitos electrónicos. Estos estudios comprenden un puntapié inicial para hallar nuevas avenidas para controlar el flujo de energía electromagnética.

[1] Tao Li, Zikai Gao, and Keyu Xia. Nonlinear dissipation induced nonreciprocal exceptional points, *Op. Exp.* 29, 17613 (2021).

[2] Aguilera Rojas P. Alfaro Bittner K. Clerc M. Díaz Zúñiga M. Moya A. Pintos Ramos D. and Rojas R., Nonlinear wave propagation in a bistable optical chain with nonreciprocal coupling, *Communications Physics* 7, 195(2024).

131. Desarrollo de un microscopio combinado para el seguimiento de partículas únicas.

Rodríguez Gallo Juana¹, Gonçalves Mora¹, Kettmayer Constanza^{2 1}, Estrada Laura^{2 1}

¹ Universidad de Buenos Aires (UBA), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN), Departamento de Física, Laboratorio de Electrónica Cuántica, Buenos Aires, Argentina

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Universidad de Buenos Aires (UBA), Instituto de Física de Buenos Aires (IFIBA), Buenos Aires, Argentina

En este trabajo se optimizaron los parámetros de adquisición de una plataforma para el seguimiento de partículas individuales mediante excitación por absorción de dos fotones y barrido orbital. Esta técnica consiste en hacer orbitar un haz de luz alrededor de una partícula localizada en el límite de difracción, y a partir de la modulación de la señal colectada, determinar su posición con resolución nanométrica [1-2]. Ha sido previamente reportado que el seguimiento de partículas por barrido orbital presenta ventajas significativas sobre utilizar un barrido tradicional. Por un lado minimizando la exposición de la muestra al haz de excitación y, por otro lado, reduciendo el tiempo de adquisición necesario para la determinación de la posición.

Con la plataforma en funcionamiento se analizaron trayectorias 2D y 3D de nanopartículas de oro fijadas, para luego estudiar sus trayectorias cuando eran desplazadas manualmente mediante el movimiento de la platina micrométrica.

Finalmente, se avanzó en la implementación de un haz de excitación con un mínimo central [3]. Para esto, se generaron vórtices ópticos utilizando películas holográficas [4]. Se evaluó la calidad de los haces formados, su intensidad, y se compararon muestras iluminadas con un haz de frente de onda gaussiano frente a aquellas iluminadas con un haz con mínimo central. [1] Kis Petikova, K., & Gratton, E. (2004). Distance measurement by circular scanning of the excitation beam in the two photon microscope. *Microscopy research and technique*, 63(1), 34-49. [2] Gabriel, M. V. (2019). *Técnicas avanzadas de microscopía de fluorescencia aplicadas al estudio cuantitativo de la dinámica intracelular* (Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Departamento de Física). Laboratorio de Electrónica Cuántica (IFIBA). [3] Masullo, L. A., Lopez, L. F., & Stefani, F. D. (2022). A common framework for single molecule localization using sequential structured illumination. *Biophysical Reports*, 2(1). [4] Bai, Y., Lv, H., Fu, X., & Yang, Y. (2022). Vortex beam: generation and detection of orbital angular momentum. *Chinese Optics Letters*, 20(1), 012601.

132. Desarrollo de un microscopio combinado para el seguimiento de moléculas únicas

Rodríguez Gallo Juana¹, Gonçalves Mora¹, Kettmayer Constanza^{1 2}, Estrada Laura^{1 2}

¹ Universidad de Buenos Aires (UBA), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Departamento de Física, Laboratorio de Electrónica Cuántica, Grupo de Biofotónica.

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Universidad de Buenos Aires, Instituto de Física de Buenos Aires (IFIBA). Buenos Aires, Argentina

En este trabajo se optimizaron los parámetros de adquisición de una plataforma para el seguimiento de partículas individuales mediante excitación por absorción de dos fotones y barrido orbital. Esta técnica consiste en hacer orbitar un haz de luz alrededor de una partícula localizada en el límite de difracción, y a partir de la modulación de la señal colectada, determinar su posición con resolución nanométrica [1]. Ha sido previamente reportado que el seguimiento de partículas por barrido orbital presenta ventajas significativas sobre utilizar un barrido tradicional. Por un lado minimizando la exposición

de la muestra al haz de excitación y pero además reduciendo el tiempo de adquisición necesario para la determinación de la posición.

Con la plataforma en funcionamiento se analizaron trayectorias 2D y 3D de nanopartículas de oro fijadas, para luego estudiar sus trayectorias cuando eran desplazadas manualmente mediante el movimiento de la platina micrométrica.

Finalmente, se avanzó en la implementación de un haz de excitación con un mínimo central [2]. Para esto, se generaron vórtices ópticos utilizando películas holográficas [3]. Se evaluó la calidad de los haces formados, su intensidad, y se compararon muestras iluminadas con un haz de frente de onda gaussiano frente a aquellas iluminadas con un haz con mínimo central. [1] Kis Petikova, K., & Gratton, E. (2004). Distance measurement by circular scanning of the excitation beam in the two photon microscope. *Microscopy research and technique*, 63(1), 34-49. [2] Masullo, L. A., Lopez, L. F., & Stefani, F. D. (2022). A common framework for single-molecule localization using sequential structured illumination. *Biophysical Reports*, 2(1). [3] Bai, Y., Lv, H., Fu, X., & Yang, Y. (2022). Vortex beam: generation and detection of orbital angular momentum. *Chinese Optics Letters*, 20(1), 012601.

133. Sistema de puntería y seguimiento para enlace óptico satelital

Pancotto Lucas¹, Eskinazi Franco¹, Bruña Cristian², Arrieta Cristian², Codnia Jorge³, Larotonda Miguel³ ¹

¹ Instituto de Física de Buenos Aires (IFIBA), Departamento de Física J.J. Giambiagi

² Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas para la Defensa (CITEDEF), DEA

³ Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas para la Defensa (CITEDEF), DEILAP

Se describe el armado, la caracterización y optimización del rendimiento de un sistema de puntería óptico bidireccional como demostración de prueba de principios de un sistema APT (Adquisición, Puntería y *Tracking*) para un enlace óptico descendente entre una nano-plataforma satelital de clase **CubeSat** y una estación terrestre. El objetivo de mediano plazo es generar tecnología para desarrollar un enlace óptico satelital altamente direccional para realizar pruebas satelitales de Distribución Cuántica de Claves criptográficas y de Distribución de Patrones de Tiempo y Frecuencia. En esta primera parte del proyecto se construyó y caracterizó un sistema de alineación activa entre la estación terrena, conformada por un telescopio reflector Ritchey-Chrétien de 15 cm de diámetro con montura automatizada y la estación satelital, consistente en un espejo parabólico descentrado de 5 cm de diámetro montado sobre un posicionador angular con actuadores piezo-eléctricos inerciales. En situación estática se obtiene una precisión del lazo cerrado de inferior a los 50 μ rad.

134. Predicción de series temporales experimentales de un láser caótico mediante redes neuronales

Wehner Tomás¹, Bourdieu Juliana² ³, Agüero Mónica² ³, Kovalsky Marcelo² ³

¹ Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN)

² Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas para la Defensa (CITEDEF)

³ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

A partir del diseño y construcción de un láser de Nd: Vanadato, bombeado por un diodo láser, con absorbente saturable intracavidad y una cavidad en V, se obtienen pulsos de Q-switch que presentan irregularidades. Estas inestabilidades, tanto en amplitud como en frecuencia, son conocidas y ha sido demostrado que no se deben a problemas de construcción ni alineación sino al carácter caótico del sistema. En este trabajo se presenta la reconstrucción del atractor subyacente a partir de series temporales experimentales y la predicción de su evolución empleando redes neuronales.

135. Caracterización de anillos resonadores en SOI

Pagano Paula Luján¹ ² ³, Alustiza Diego Horacio¹ ⁴, Mineo Marcos¹, Martínez Valdiviezo Jeffry¹ ⁵, Abadía Nicolás⁶, Rebón Lorena⁷, Torchia Gustavo Adrián¹ ⁵

¹ Centro de Investigaciones Ópticas (CIOP)

² Universidad Nacional de La Plata (UNLP), Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas

³ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

⁴ Universidad Tecnológica Nacional (UTN), Facultad Regional La Plata

⁵ Universidad Nacional de Quilmes (UNQ)

⁶ School of Physics and Astronomy and Institute for Compound Semiconductors, Cardiff University, Cardiff CF24 3AA, UK

⁷ Instituto de Física de La Plata (IFLP)

La revolución de la microelectrónica fue establecer una plataforma de fabricación en obleas de silicio monocristalino, en donde se desarrollan la mayoría de los dispositivos lógicos integrados. Mejoras en la manufactura de semiconductores, como así también tener a disposición materiales de alta pureza y alta calidad estructural, permitieron un progreso significativo en el área de la fotónica.[1] Una particular extensión de la tecnología microelectrónica tradicional, son las obleas de silicio

sobre aislador(SOI), desarrolladas hace 30 años para conmutar alto voltaje y para producir dispositivos de microondas, que emergen nuevamente como elemento indispensable de la óptica moderna. Las obleas de SOI consisten en una fina capa de silicio cristalino transferido en un sustrato de óxido de silicio. La compatibilidad de esta plataforma con la infraestructura de CMOS (semiconductor complementario de óxido metálico) permitió que se comercialicen circuitos fotónicos integrados en obleas SOI. Las obleas de SOI tienen 300 mm de radio y, gracias a la tecnología ya desarrollada para la microelectrónica, se puede tener un gran volumen de producción al fabricar muchas obleas con múltiples chips en ellas utilizando una misma máscara para reproducirlas. Los dispositivos que se pueden realizar en esta plataforma van desde estructuras de interferencia óptica en superficie para metrología de precisión, hasta transeptores de alto rendimiento relevantes para aplicaciones en comunicaciones, como así también, fuentes de luz no clásica que van a impulsar la próxima generación de tecnologías fotónicas integradas cuánticas. [1]

Un anillo resonador consiste en una guía de onda circular, acoplada a otra guía de onda llamada *bus*, que permite la comunicación con el exterior. El anillo propiamente dicho, puede ser circular, elíptico o *race-track*. Existen dos configuraciones típicas para los anillos resonadores, *all-pass* (el anillo acoplado a una única guía) o *add-drop* (el anillo acoplado a dos guías) [2]. Cuando la onda dentro del anillo adquiere una fase (que surge de recorrer toda la circunferencia) igual un múltiplo entero de 2π , la onda interfiere constructivamente y la cavidad está en resonancia. Observándose mínimos en la transmisión, y generando así peines de frecuencias.

En este trabajo se caracterizaron experimentalmente anillos resonadores integrados tipo *all-pass* y *add-drop*, con geometría circular y *racetrack* fabricados en silicio. Para ello se obtuvieron sus respuestas espectrales con un analizador de espectro óptico. Como fuente se usó un LED superluminiscente. Cada dispositivo contiene *grating couplers* en las guías de entrada/salida, que permiten acoplar luz de forma perpendicular al chip haciendo uso de un arreglo de fibras. De los espectros de transmisión de cada dispositivo se calcularon los rangos espectrales libres (FSR) que caracterizan cada resonador. Además, se compararon los resultados experimentales con simulaciones computacionales realizadas usando el método de diferencia finita en el dominio del tiempo. Se obtuvo una buena concordancia entre las simulaciones y los experimentos.

[1] Chang, Lin, et. al. "CSOI:beyond silicon-on-insulator photonics." *Optics and photonics news* (2022).

[2] Bogaerts, Wim, et. al. "Silicon microring resonators" *Laser & Photonics Reviews* (2012).

136. Aplicación de la Interferometría Speckle Digital para caracterización térmica de un sólido transparente

Costilla Lucas Ramón Alberto¹, Vilte María Del Socorro¹, Domínguez Dante Orlando¹, Monaldi Andrea Carolina^{1 2}, Martínez María Florencia^{1 2}, Martínez Carlos César¹

¹ Universidad Nacional de Salta (UNSa)

² Instituto de Investigación en Energías No Convencionales (INENCO), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

En este trabajo se empleó la interferometría speckle como una herramienta óptica no destructiva para estudiar la respuesta térmica de un sólido cilíndrico transparente de polimetilmetacrilato (PMMA). El cilindro fue calentado por un hilo conductor ubicado en su eje, por el cual se hizo circular una corriente eléctrica que disipa calor radialmente por efecto Joule, calentando el cilindro por conducción. El dispositivo experimental consistió en un interferómetro de Mach-Zehnder, iluminado por un láser de Helio-Neón. El cilindro se ubicó en el brazo objeto del interferómetro, con su eje alineado en la dirección de iluminación del haz. Además, se ubicaron cuatro termopares en posiciones específicas para medir la distribución radial de temperatura en función del tiempo. A medida que el cilindro se calienta, las variaciones de temperatura están asociadas a las variaciones de fase de la luz que atraviesa la muestra. Para monitorear este cambio, se registraron interferogramas en diferentes estados del sistema. Al comparar estados sucesivos, se obtuvieron franjas de correlación que permiten visualizar el avance del frente de onda térmico y calcular el cambio de temperatura por franja. Los resultados muestran concordancia con los reportados en la literatura para este material. Además, fue posible monitorear la velocidad de propagación de la onda para la primera franja de correlación, así como calcular la conductividad térmica de la muestra.

137. Bombeo de radiación térmica para Fotónica Térmica en sistemas no-lineales

Arapayu Javier Alejandro¹, Fernández Lucas Jonatan^{1 2}

¹ Facultad de Ciencias Exactas, Naturales y Agrimensura, Universidad Nacional del Nordeste, W3404AAS, Corrientes, Argentina

² Instituto de Modelado e Innovación Tecnológica (IMIT), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

El transporte de radiación térmica en micro y nano-estructuras está atrayendo cada vez más atención debido al rápido progreso en nanoFotónica y a la promesa de que estos desarrollos puedan ser utilizados para generar nuevas propuestas para el enfriamiento o el aprovechamiento de energías térmicas residuales. Su estudio ha dado lugar a diversas aplicaciones, como enfriamiento pasivo radiativo durante el día, enfriamiento radiativo de celdas solares, refrigeración fotónica de circuitos, imágenes térmicas, recolección de energía del ambiente, etc.

Una avenida que ha sido relativamente poco explorada es la del aprovechamiento de la radiación térmica en sistemas no lineales. En este trabajo, apuntamos a la comprensión del transporte de la radiación térmica en micro y nanoestructuras no lineales y el diseño de prototipos para el manejo y/o recolección de energía. Para ello, estudiamos sistemas simples de uno o dos sitios no lineales acoplados a reservorios térmicos. Se estudian protocolos para la manipulación del flujo de calor mediante bombeo o de extracción de energía, para generar motores térmicos no lineales.

138. Implementación de etapa de multiplexado de cuatro ventanas temporales en una fuente de fotones individuales

Defant Julián¹, Wölcken Lina¹, Magnoni Agustina G.^{1,2}, Knoll Laura T.^{1,2}, Morales Julián^{1,2}, Larotonda Miguel A.^{1,2}

¹ Universidad de Buenos Aires (UBA), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN), Departamento de Física

² Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas para la Defensa (CITEDEF), Centro de Investigación en Láseres y Aplicaciones (DEILAP), Laboratorio de Óptica Cuántica (UNIDEF)

Las fuentes de fotones individuales representan la base sobre la cual se construye la gran mayoría de las aplicaciones de la tecnología cuántica: desde la metrología hasta la computación. En este trabajo se presenta la implementación experimental de una fuente de fotones individuales basada en el proceso de Conversión Paramétrica Descendente (SPDC, por sus siglas en inglés). En la fuente se adiciona a la generación de pares en un cristal no lineal PPKTP (*periodically poled potassium titanyl phosphate*) con guía de onda, una etapa de multiplexado temporal basado en retardos de fibra óptica y conmutadores ópticos programables, lo que produce un aumento en el brillo de la fuente y la sincronización de la misma con una señal temporal [1].

Se presentarán los resultados de la implementación experimental y de la eficiencia de la misma para una etapa de multiplexado de dos ventanas temporales. La habilitación del sistema de multiplexado temporal aumenta el brillo de la fuente en aproximadamente un factor de 1.8, mientras que duplica el cociente entre las coincidencias y las cuentas accidentales CAR (por sus siglas en inglés) para una misma potencia de bombeo [2].

Actualmente se está trabajando en la incorporación de un conmutador adicional, resultando así en la duplicación de la cantidad de ventanas temporales multiplexadas. Se presentarán resultados preliminares del desempeño de la fuente en esta configuración.

[1] Magnoni, A. G., López Grande, I. H., Knoll, L. T., & Larotonda, M. A. (2019). Performance of a temporally multiplexed single-photon source with imperfect devices. *Quantum Information Processing*, 18(10), 311.

[2] Magnoni, A. G., Knoll, L. T., Wölcken, L., Defant, J., Morales, J., & Larotonda, M. A. (2024). Towards a fiber-optic temporally multiplexed single photon source. *arXiv preprint arXiv:2405.08157*.

139. Generación y propagación de hipersonido en materiales 2D

Sangiorgio Juan I.¹, Boggiano Hilario D.^{1,2}, Gutiérrez Lucas^{1,2}, Aversa Martin^{1,2}, Grinblat Gustavo^{1,2}, Bragas Andrea V.^{1,2}

¹ Universidad de Buenos Aires (UBA), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN), Departamento de Física

² Universidad de Buenos Aires (UBA), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Instituto de Física de Buenos Aires (IFIBA)

Las ondas acústicas superficiales (SAW) y de volumen (BAW) son de las escasas tecnologías fonónicas de relevancia industrial que destacan por su amplia utilización en diversos dispositivos actuales, como ser filtros acústicos o líneas de retardo de radiofrecuencia en la tecnología inalámbrica. Las SAWs, verdaderos terremotos en la nanoescala, pueden alcanzar frecuencias en el rango de los GHz (hipersonido), superiores a las frecuencias de trabajo típicas de las tecnologías ya establecidas que utilizan señales eléctricas sobre materiales piezoeléctricos para su generación. Por otro lado, los circuitos fotónicos tienen cada vez más relevancia, no solo en el campo de las telecomunicaciones, para procesamiento rápido de información, interconexión y conmutación rápida; sino también para el sensado o procesamiento de información cuántica, entre otras aplicaciones. En ese sentido, la generación totalmente óptica de SAWs o BAWs es de relevancia básica y tecnológica para la circuitería fotónica. En nuestro laboratorio hemos desarrollado un método para la generación de ondas acústicas en el régimen de hipersonido basado en la excitación óptica ultrarrápida de nanoantenas plasmónicas que, en principio, pueden propagarse sobre cualquier tipo de sustrato. En este trabajo proponemos estudiar la propagación de hipersonido en materiales 2D, utilizando un sistema híbrido de nanoantenas plasmónicas y dicalcogenuros de metales de transición (TMDs, por sus siglas en inglés). Gracias a la interacción plasmón-fonón, las nanoantenas permiten transformar señales ópticas en mecánicas, que luego acoplan a los TMDs. Se utilizaron nanoantenas de oro fabricadas por litografía electrónica sobre un sustrato de dióxido de silicio. Como portador del hipersonido se utilizó disulfuro de molibdeno (MoS_2), el cual fue obtenido por exfoliación mecánica y posteriormente transferido a la muestra de nanoantenas por un método seco. Para estudiar estos fenómenos se utilizó la técnica de óptica ultrarrápida pump-probe, o bombeo-prueba. El experimento consiste en excitar con un pulso de luz los electrones del metal (nanoantena) que luego decaen y transfieren parte de la energía a la red de iones emitiendo así fonones coherentes a las frecuencias de los modos normales de vibración de estas nanoestructuras. El nanoresonador se acopla al cristal de pocas capas de MoS_2 , generando así una onda de hipersonido que

se propaga a través del mismo. Con un segundo pulso de luz de prueba se detectan las vibraciones de la propia nanoantena y/o el MoS_2 a través de las fluctuaciones de su respuesta óptica, y también es posible observar cómo se excitan las nanoestructuras cercanas debido al transporte de energía mecánica a través del TMD.

Se estudió tanto la respuesta mecánica individual de las nanoantenas, como la transferencia de energía a través del sustrato y del TMD. Para las primeras, se obtuvo una frecuencia de oscilación promedio de (9.25 ± 0.06) GHz, y un factor de calidad de entre 10 y 40. Para la transferencia de energía a través del sustrato se estimó una velocidad de propagación de 3269 m/s. También se caracterizó la respuesta del modo *breathing* del cristal de MoS_2 , un modo localizado de oscilación inter-capa que surge debido al débil acople entre las mismas, para el cual se obtuvo una frecuencia de (163 ± 3) GHz. Se presentarán los resultados preliminares del sistema híbrido, en el cual el hipersonido se propaga a través del material 2D.

140. Mejora de un microscopio de fluorescencia en miniatura para su utilización en neurociencias

Waechner Nicolás¹, Cabral Lautaro¹, Martínez Oscar E.², Toscani Micaela²

¹ Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires (FIUBA), Laboratorio de Fotónica, Instituto de Ingeniería Biomédica

² Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires (FIUBA), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Laboratorio de Fotónica, Instituto de Ingeniería Biomédica

Con el avance de las neurociencias, ha aparecido un creciente interés en fabricar dispositivos ópticos que pudiesen ser utilizados para observar dinámica neuronal en pequeños seres vivos que se comportan con libertad de movimiento [1-3]. La capacidad de registrar la actividad neuronal mediante imágenes de Calcio de estos ha sido posible gracias a los microscopios de fluorescencia en miniatura, denominados miniscopios. Sin embargo, las aberraciones ópticas y la pobre resolución limitan la calidad de la información que se puede obtener con los mismos.

En este trabajo se confeccionó un microscopio en miniatura con lentes compuestas de módulos de cámaras de iPhone 6s plus como alternativa a la óptica actual. Para adquirir imágenes se utilizó un sensor CMOS del módulo de cámara OV3660, el cual se haya integrado a un microcontrolador ESP32-CAM, programable en lenguaje C. Se logró caracterizar la magnificación del microscopio y la linealidad y el ruido del sensor utilizado. Por otro lado, se caracterizó la respuesta impulsiva (PSF, del inglés "Point Spread Function") del microscopio con imágenes de líneas subdifracción mediante un nuevo método desarrollado en el laboratorio [4] con el fin de super-resolver imágenes con el algoritmo SUPPOSE [5]. Este método se basa en asumir que una imagen puede ser descrita por una superposición de fuentes puntuales incoherentes y una precisa medición de la PSF del microscopio. Con el uso de SUPPOSE se logró reconstruir la estructura subyacente en imágenes de dos líneas paralelas separadas distintas distancias subdifracción.

[1] Zhang, L., et al. (2018). Miniscope GRIN Lens System for Calcium Imaging of Neuronal Activity from Deep Brain Structures in Behaving Animals. *Current Protocols in Neuroscience*, 86(1), e56. <https://doi.org/10.1002/cpns.56>

[2] Barbera et al. (2019). A wireless miniScope for deep brain imaging in freely moving mice. *Journal of Neuroscience Methods*, 323, 56–60. <https://doi.org/10.1016/j.jneumeth.2019.05.008>

[3] Guo, C., et al. (2023). Miniscope-LFOV: A large-field-of-view, single-cell-resolution, miniature microscope for wired and wire-free imaging of neural dynamics in freely behaving animals. *Science Advances*, 9(16). <https://doi.org/10.1126/sciadv.adg3918>

[4] Martínez, S., Martínez, O. E. (2024). PSF-Radon transform algorithm: Measurement of the point-spread function from the Radon transform of the line-spread function. *Microscopy Research and Technique*, 87(7), 1507–1520. <https://doi.org/10.1002/jemt.4588>

[5] Toscani, Micaela; Martínez, Sandra Rita; Martínez, Oscar E.; Single image deconvolution with super-resolution using the SUPPOSE algorithm; SPIE; Spie Proceedings; 10884; 2-2019; 1-9

141. Medición de la resolución espacial de un microscopio de lámina de luz de objetivo único

Folgueira Serrao M M^{1 2}, Simó L^{1 2}, Tassara F², Ceriani M F², Gargiulo J^{1 2 3}

¹ Universidad de Buenos Aires (UBA), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN), Departamento de Física

² Fundación Instituto Leloir (FIL), Laboratorio de Genética del Comportamiento

³ Universidad Nacional de Gral. San Martín (UNSAM), Laboratorio de Nanofotónica, Instituto de Nanosistemas

En nuestro grupo de investigación se estudian los ciclos del reloj biológico (circadiano) en la mosca *Drosophila melanogaster*. Se ha descubierto que las neuronas relacionadas con este reloj presentan cambios morfológicos a lo largo del día.[1] Hasta ahora, el fenómeno ha sido observado ex-vivo utilizando microscopía de fluorescencia confocal. Sin embargo, esta forma de medir posee ciertas limitaciones: produce alto fotodaño y no permite observar el fenómeno en tiempo real. Para superar estas limitaciones, en el laboratorio se ha construido recientemente un microscopio de fluorescencia por lámina de luz de objetivo único e iluminación oblicua (SOLS, por sus siglas en inglés).[2] Esta tecnología permite reducir significativamente el fotodaño en los tejidos, lo que haría posible el análisis de la actividad de un mismo cerebro en un organismo vivo a lo largo de un tiempo extendido. Nuestro trabajo se centró en la optimización y caracterización del microscopio. Aquí presentaremos los principios de funcionamiento de la técnica, la caracterización de las dimensiones y el ángulo de la

lámina de luz, y la medición de la máxima resolución espacial que es posible obtener con el microscopio.

Referencias:

1. Fernandez et al. Circadian remodeling of neuronal circuits involved in rhythmic behavior. PLoS biology, vol. 6, no 3, p. e69. (2008) ,
2. Sapoznik, et al. A versatile oblique plane microscope for large-scale and high-resolution imaging of subcellular dynamics. Elife 9: e57681. (2020)

142. Interacción Luz Materia en la nanoescala usando plasmones vorticiales

Ferrini M A¹, Rosen Quintero G F² ^{1 2}

¹ Universidad Nacional del Nordeste (UNNE), Facultad de Ciencias Exactas, Naturales y Agrimensura

² Instituto de Modelado e Innovación Tecnológica (IMIT), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

En este trabajo, investigamos los vórtices ópticos del tipo Mathieu, los cuales son campos electromagnéticos que presentan múltiples puntos de amplitud cero en sus frentes de onda, conocidos como singularidades de fase. La generación de estos vórtices, especialmente los de mayor orden, es un desafío debido a la incapacidad de obtenerse mediante la superposición de haces con una sola singularidad.

Nuestro sistema de estudio es una interfaz con fuentes puntuales de plasmones polaritones superficiales, dispuestas en un arreglo de espiral de Arquímedes con forma elíptica, y excitadas por una luz polarizada circularmente. Empleamos análisis numéricos para predecir la forma del frente de onda que emerge de este sistema. Los resultados obtenidos revelan la presencia de frentes de onda con zonas con múltiples puntos de amplitud máxima, lo que sugiere la posible existencia de vórtices ópticos del tipo Mathieu en nuestro sistema.

143. Detección de efecto Doppler rotacional en haces vórtice con un ion atrapado

Núñez Barreto Nicolás^{1 2}, Bonetto Muriel^{1 2}, Luda Marcelo³, Cormick Cecilia⁴, Schmiegelow Christian^{1 2}

¹ Universidad de Buenos Aires (UBA), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN), Departamento de Física

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Instituto de Física de Buenos Aires (IFIBA)

³ Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas para la Defensa (CITEDEF)

⁴ Instituto de Física Enrique Gaviola (IFEG), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

En este trabajo presentamos un experimento que investiga el efecto Doppler rotacional presente en haces vórtice, utilizando un único ion atrapado en una trampa de Paul. Mediante una configuración de dos fotones copropagantes, aislamos los gradientes azimutales de los campos, eliminando así los efectos longitudinales y de curvatura. Caracterizamos en detalle el fenómeno al posicionar determinísticamente un ion único a través de los haces, logrando una señal que depende de la velocidad transversal del ion con respecto a la dirección de propagación del haz y de la diferencia de momento angular orbital óptico entre los dos haces. Nuestros resultados revelan propiedades clave del efecto Doppler rotacional, mostrando por primera vez su divergencia al acercarse al centro del haz. Esto ofrece perspectivas sobre la viabilidad de super-patadas o super-corrimientos Doppler para la detección y manipulación del movimiento atómico transversal a la dirección de propagación de los haces.

144. Espectroscopia Raman con super resolución

Cohen Arazí Eitan Iair¹, Remolcoy Matías Humberto¹

¹ Universidad de Buenos Aires (UBA), Departamento de Física, Laboratorio de Electrónica Cuántica

La espectroscopia Raman provee información de composición, fases, tensiones, etc., que no es visible por otras microscopías. Los métodos de super-resolución hasta el momento han sido desarrollados para microscopías de fluorescencia para el estudio de sistemas biológicos (marcadores celulares) pero no existe hasta el momento ningún método de super-resolución para otras microscopías. En este trabajo se diseña y construye un sistema de barrido con nanoresolución para incorporar al espectrómetro Raman, se desarrollan los programas de adquisición y posteriormente se aplica el nuevo sistema al estudio de muestras de interés diverso, como por ejemplo muestras de silicio. El procesamiento de las imágenes se hará en colaboración con investigadores del Departamento de Matemática de la FCEN UBA que inventaron y desarrollaron el método SUPPOSE y con investigadores del Laboratorio de Fotónica de FIUBA.

145. Control selectivo del ancho de línea en un micro resonador usando un acoplador interferométrico resonante

Pagano Paula Luján^{1 2 4 3}, Borghi Massimo⁵, Moroni Federica⁵, Viola Alice⁵, Malaspina Francesco⁵, Liscidini Marco⁵,

Bajoni Daniele⁴, Galli Mateo⁵

¹ Centro de Investigaciones Ópticas (CIOP)

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

³ Universidad Nacional de La Plata (UNLP), Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas

⁴ Dipartimento di Ingegneria Industriale e dell'Informazione, Università di Pavia, Pavia, Italia

⁵ Dipartimento di Fisica, Università di Pavia, Pavia, Italia

Los microresonadores ópticos integrados son dispositivos versátiles que se pueden usar en múltiples aplicaciones, como filtros espectrales, conmutadores, líneas de retardo, sensores, moduladores y fuentes de luz. Estos microresonadores están típicamente caracterizados por un peine de resonancias que presentan características similares, como el factor de calidad (Q) o la tasa de extinción, en un gran intervalo espectral. Que las resonancias mantengan características similares se aprovecha para generar peines de frecuencia de banda ancha, pulsos de solitones, o pares de fotones de estados entrelazados de altas dimensiones. Sin embargo, para algunas aplicaciones se puede requerir el control selectivo y dinámico del Q solamente en algunas resonancias. Algunos ejemplos incluyen los láseres Q-switched, láseres de única frecuencia, moduladores sintonizables, líneas de retardo sintonizables, memorias ópticas, generadores de secuencias binarias pseudoaleatorias, fuentes de pares de fotones con correlaciones espectrales a personalizadas o con alta eficiencia de anuncio (*heralding*). Se han investigado múltiples enfoques para controlar el Q [1,2,3,4,5], algunos de los cuales son selectivos en longitud de onda [1,3,5].

En este trabajo [6], propusimos y demostramos experimentalmente el control selectivo del factor de calidad de una única resonancia en un microresonador usando un acoplador interferométrico resonante. El resonador principal está acoplado dos veces a una guía de onda con forma de U, formando así un interferómetro Mach-Zehnder (MZI) desbalanceado. Además, un resonador auxiliar se añade en uno de los brazos del MZI para agregar una fase selectiva en longitud de onda. Esto cambia la interferencia en el MZI y por lo tanto el coeficiente de acoplamiento efectivo en la guía de onda de entrada. El dispositivo propuesto fue fabricado en un chip de nitruro de silicio y se lo caracterizó experimentalmente. Se obtuvo que el Q de la resonancia objetivo puede ser continuamente modificado desde $6,5 \times 10^4$ a 3×10^6 con una perturbación mínima en las resonancias adyacentes.

Adicionalmente, se midió la intensidad temporal conjunta de pares de fotones señal-heraldo generados por mezclado de cuatro ondas usando detección de coincidencias resueltas en el tiempo [7]. Esta técnica puede ser aplicada a cualquier cavidad con alto Q en donde el tiempo de vida de los fotones exceda el tiempo de duración del pulso de bombeo. Adaptamos la correlación temporal de pares de fotones mediante el uso del acoplador interferométrico resonante, sintonizando independientemente los factores de calidad de las resonancias de bombeo, señal y heraldo. La post-selección temporal se utilizó para medir con precisión la emisión temporal del dispositivo, demostrando una pureza del 98,67(1) %.

[1] Miller, Steven A., et al. "Tunable frequency combs based on dual microring resonators" *Optics express* 23.16 (2015): 21527-21540.

[2] Shoman, Hossam, et al. "Compact wavelength-and bandwidth-tunable microring modulator." *Optics express* 27.19 (2019): 26661-26675.

[3] Zhang, Ying, et al. "Proposal and demonstration of a controllable Q factor in directly coupled microring resonators for optical buffering applications." *Photonics Research* 9.10 (2021): 2006-2015.

[4] Chen, Long, Nicolás Sherwood-Droz, and Michal Lipson. "Compact bandwidth-tunable microring resonators." *Optics letters* 32.22 (2007): 3361-3363.

[5] Wen, Y. Henry, et al. "All-optical control of an individual resonance in a silicon microresonator." *Physical Review Letters* 108.22 (2012): 223907.

[6] Pagano, Paula L., et al. "Selective linewidth control in a micro-resonator with a resonant interferometric coupler." *arXiv preprint arXiv:2404.15740* (2024).

[7] Borghi, Massimo, et al. "Uncorrelated photon pair generation from an integrated silicon nitride resonator measured by time-resolved coincidence detection." *Optics Letters* 49.14 (2024): 3966-3969.

146. Construcción y caracterización de un microscopio para impresión óptica de nanopartículas

González Vandam Iñaki², Salari Valentín Exequiel², Mina Villarreal Cristina², Violi Ianina Lucila², Gargiulo Julián²

¹ Universidad de Buenos Aires (UBA), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN), Departamento de Física

² Universidad Nacional de Gral. San Martín (UNSAM), Instituto de Nanosistemas, Laboratorio de Nanofotónica

Las nanopartículas metálicas (NPs) actúan como nanoantenas en el rango visible gracias a sus resonancias plasmónicas superficiales localizadas, lo que les permite recolectar eficientemente la luz y concentrarla en pequeños volúmenes de escala nanométrica. De esta forma, actúan como fuentes de campo electromagnético, carga y calor en la nanoescala, modulables remotamente usando luz [1]. La impresión óptica es un método novedoso, preciso y eficiente para manipular NPs con precisión nanométrica. Mediante el uso de fuerzas ópticas inducidas por un láser, se pueden crear arreglos de NPs coloidales sobre un sustrato.

El grupo de nanofotónica contaba con un microscopio automatizado para la impresión óptica de NPs. En marzo de 2024, el microscopio fue desarmado y relocalizado en el nuevo laboratorio de nanofotónica de UNSAM. Nuestro trabajo consistió

en el rearmado del microscopio y la caracterización de su funcionamiento [2]. En el proceso se utilizaron dos láseres nuevos y se construyeron dos módulos alternativos de iluminación, uno para láser enfocado y otro para campo amplio.

En particular, presentaremos estudios sobre la estabilidad mecánica del microscopio y la precisión de impresión de NPs individuales en función de la potencia del láser. Uno de los requerimientos del microscopio es que sea estable mecánicamente en el tiempo, ya que las derivas o movimientos térmicos de la platina o sus componentes se traducen en imperfecciones en la fabricación de nanoarreglos. Mediante un estudio sistemático, encontramos que los movimientos de la muestra con respecto al microscopio son menores a 14 nanómetros por minuto. Por otro lado, estudiamos la precisión de la impresión óptica de NPs de Au de 100 nm al cambiar la potencia de un láser de 532 nm. [1] Maier, S. A. (2007). *Plasmonics: fundamentals and applications* (Vol. 1, p. 245). New York: Springer. [2] Gargiulo, J., Violi, I. L., Cerrota, S., Chváth, L., Cortés, E., Perassi, E. M., ... & Stefani, F. D. (2017). Accuracy and mechanistic details of optical printing of single Au and Ag nanoparticles. *ACS nano*, 11(10), 9678-9688.

147. Estudio del transporte de fotones a través de medios dispersivos

Ávila Carrero Miguel Ángel¹, Aubin Tomás¹, Gaggioli Enzo^{1, 2}, Bruno Oscar³, Estrada Laura^{1, 2}

¹ Universidad de Buenos Aires (UBA), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN), Departamento de Física, Laboratorio de Electrónica Cuántica, Grupo de Biofotónica. Buenos Aires, Argentina.

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Universidad de Buenos Aires (UBA), Instituto de Física de Buenos Aires (IFIBA). Buenos Aires.

³ Computing And Mathematical Sciences, Caltech, Pasadena, CA 91125, USA.

En este trabajo se estudió el transporte de fotones en el infrarrojo cercano a través de medios dispersivos. El estudio se llevó a cabo utilizando emulsiones con concentraciones conocidas, imitando las características principales de tejidos biológicamente relevantes, como un alto coeficiente de *scattering* y baja absorción.

En un primer arreglo experimental, se utilizó como fuente de iluminación un LED centrado en 680 nm sobre muestras de 1 cm de espesor. La detección se realizó en modo pseudo-conteo de fotones. Este arreglo permitió realizar una caracterización cuantitativa de la intensidad de luz transmitida en función de la concentración de partículas dispersivas, mostrando un gran acuerdo con modelos teóricos lineales previamente desarrollados por el grupo.

148. Rol del desorden y las no-linealidades en el transporte de energía y potencia óptica en sistemas fotónicos multimodo fuera de equilibrio

Sívori Yedro Luana¹, Fernandez Alcazar Lucas J.^{2, 1}, Kottos Tsampikos³, Ramos Alba Y.^{2, 1}

¹ Universidad Nacional del Nordeste (UNNE), Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exacta y Naturales y Agrimensura

² Instituto de Modelado e Innovación Tecnológica (IMIT)

³ Wave Transport in Complex Systems Lab, Department of Physics, Wesleyan University, Middletown, CT, United States

Recientes desarrollos experimentales en circuitos fotónicos no lineales multimodo han motivado el desarrollo de una teoría termodinámica óptica que describe las propiedades de equilibrio de una excitación inicial. La teoría del transporte fuera del equilibrio para estos sistemas, cuando están en contacto con reservorios térmicos, está comenzando a ser explorada [1,2,3]. Estos trabajos abordaron el problema del transporte de energía y potencia óptica a través de una cadena de nodos acoplados a reservorios a diferentes temperaturas y potenciales químicos. Al combinar los formalismos de Landauer y la ecuación cinética, se desarrolló una teoría universal de escaleo de un solo parámetro que describe todo el comportamiento del transporte, desde el régimen balístico hasta el difusivo, incluyendo escenarios de temperatura óptica tanto positivos como negativos.

En este trabajo, proponemos extender esta teoría a situaciones donde el puente que conecta a los reservorios tiene impurezas. Se muestra un juego entre los parámetros del sistema: mientras que el desorden, al producir interferencias que llevan al fenómeno de localización de Anderson, impide el transporte, las no linealidades destruyen tales interferencias, incrementando así el flujo de corriente. Además, se identifican las condiciones óptimas para lograr una mayor transmisión de corriente.

Nuestro trabajo allana el camino hacia una comprensión fundamental de las propiedades de transporte de MMNPC y puede ser útil para el diseño de protocolos de enfriamiento totalmente ópticos.

[1] F. Wu, A. Hassan, and D. Christodoulides, Thermodynamic Theory of Highly Multimoded Nonlinear Optical System, *Nat. Photonics* 13, 776 (2019)

[2] A. Kurnosov, L. J. Fernández-Alcázar, A. Ramos, B. Shapiro, T. Kottos, Optical Kinetic Theory of Nonlinear Multimode Photonic Networks, *Phys. Rev. Lett.* 132, 193802 (2024)

[3] S. Iubini, and A. Politi, Effective Grand-Canonical Description of Condensation in Negative-Temperature Regimes, arXiv:2406.15140v1 (2024)

149. Predicción de la fracción de llenado en superficies nano-porosas mediante redes neuronales convolucionales en microscopía holográfica digital

Mérida Elias Federico¹, Martínez María Florencia^{2 1}, López Sebastián David², Budini Nicolás^{4 3}, Monaldi Andrea Carolina^{2 1}

¹ Universidad Nacional de Salta (UNSa)

² INENCO - CONICET

³ Instituto de Física del Litoral (IFIS)

⁴ Dpto. de Física, Facultad de Ingeniería Química, Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe

Cuando una gota de líquido expuesta al ambiente entra en contacto con una matriz nano-porosa tienen lugar complejos procesos micro-fluídicos mediados por llenado transversal capilar, evaporación desde los poros hacia el ambiente y condensación desde el ambiente hacia los poros debido al campo de vapor alrededor de la gota. Como consecuencia, dentro de la matriz se establecen zonas con distintas fracciones de llenado alrededor de la gota, que evolucionan conforme ésta se evapora.

La capacidad de predecir con precisión la fracción de llenado y su evolución, en función de las características de la muestra, del líquido y de las condiciones ambientales es fundamental para comprender la dinámica de fluidos en espacios altamente confinados y para mejorar y/o validar modelos teóricos.

En un trabajo reciente, se empleó microscopía holográfica digital (MHD) para monitorear con precisión la evolución de la fracción de llenado a partir de las variaciones en la longitud del camino óptico (LCO) de la luz a través de un sustrato nano-poroso durante el secado de una gota sésil de líquido [1].

En este estudio incorporamos herramientas de machine learning con el objetivo de obtener imágenes artificiales de las variaciones de LCO y comprender las características fundamentales del proceso. Para ello, se entrenó un autoencoder basado en redes convolucionales (CNN) [2,3], utilizando imágenes de fase envuelta de una serie temporal de hologramas como datos de entrada y las imágenes de las variaciones de LCO para el instante inmediato posterior como imágenes objetivo. El autoencoder consta de tres capas de CNN para el encoder y tres capas de CNN para el decoder, con un espacio latente de 50 variables. De este espacio latente, luego se realizó un análisis de componentes principales (PCA) para determinar las más relevantes, las cuales fueron variadas para generar nuevas imágenes sintéticas de variación de LCO. Los resultados preliminares muestran un alto grado de similitud entre las imágenes experimentales y las predichas por el algoritmo.

Estos resultados constituyen un primer paso hacia la predicción de la evolución de la fracción de llenado en distintos escenarios, proporcionando una herramienta poderosa para el análisis y comprensión de los procesos fluidodinámicos en matrices nanoporosas y permitiendo prever el comportamiento posterior del sistema a partir de un estado inicial.

[1] Martínez M.F., Sallese M.D., Psota P., Berli C.L.A., Urteaga R., Budini N., Monaldi A.C., Filling fraction measurement around a drying drop onto nanoporous silicon using digital holographic microscopy. *J. App. Phys.* 135, 073102 (2024)

[2] McIntyre D, Lashkaripour A, Fordyce P, Densmore D. Machine learning for microfluidic design and control. *Lab Chip.* 16, 2925-2937 (2022)

[3] Aikaterini Dedeloudi, Edward Weaver, Dimitrios A. Lamprou. Machine learning in additive manufacturing & Microfluidics for smarter and safer drug delivery systems. *International Journal of Pharmaceutics*, 636, 122818 (2023).

150. Desarrollo de un método de calibración para un espectrómetro basado en un teléfono celular y su aplicación al estudio de la absorbancia de muestras líquidas

Llorca I¹, Roqueiro N A¹, Busto T¹, Ledesma S^{2 1}, Capeluto M G^{2 1}

¹ Universidad de Buenos Aires (UBA), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN), Departamento de Física.

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

La espectrometría permite obtener de manera rápida y precisa información detallada de distintos tipos de materiales, lo cual es de gran interés en muchas áreas, por ejemplo la producción de alimentos, la determinación de la calidad del agua o la industria farmacéutica [1, 2]. En los últimos años, han surgido diseños de espectrómetros que emplean los detectores de los teléfonos celulares (cámara CMOS por ejemplo) y que ofrecen una alternativa portátil y accesible frente a los costosos espectrómetros comerciales tradicionales. En particular, en nuestro laboratorio, se viene desarrollando un espectrómetro celular para estudiar la absorbancia de sustancias líquidas. El espectrómetro consiste en un montaje realizado en impresora 3D [3], un LED y un pinhole que se emplean para generar una fuente puntual, una red de difracción como elemento dispersor y un celular. El uso del celular tiene dos propósitos: por un lado, se utiliza la cámara CMOS para adquirir las fotos de los espectros, y por el otro, se emplea su procesador para analizar los datos. Para controlar la adquisición y el procesamiento de datos, se desarrolló un programa en el lenguaje Kotlin [3, 4]. En este trabajo se presenta un método para corregir la no linealidad en la detección de intensidad de la cámara CMOS y calibrar los espectros. Además, se presentan los resultados preliminares de mediciones de absorbancia en muestras variadas para evaluar el desempeño del espectrómetro.

- [1] Y. Guo *et al.* 'Advances on Water Quality Detection by UV-Vis Spectroscopy'. *Applied Sciences*, **10** (19), 6874 (2020).
 [2] M.C. Christodoulou *et al.* 'Spectrophotometric Methods for Measurement of Antioxidant Activity in Food and Pharmaceuticals'. *Antioxidants*, **11** (11), 2213 (2022).
 [3] F. Szlafsztajn *et al.* 'Desarrollo de espectrofotometría para dispositivos celulares'. 107° Reunión de la Asociación Física Argentina, Bariloche, 27 a 30 de septiembre (2022).
 [4] I. López, *et al.* 'Espectrometría con smartphones'. 105° Reunión de la Asociación Física Argentina, Primera Webinar, 21 al 25 de septiembre (2020).

151. Tecnología de integración óptica para trampas de iones en computación cuántica

Vlatko C^{1 2}, Strohmaier R³, Rack-helleis J³, Schmiegelow C T^{1 2}, Schmidt Kaler F³

¹ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Instituto de Física de Buenos Aires (IFIBA)

² Universidad de Buenos Aires (UBA), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN), Departamento de Física

³ QUANTUM, Institut für Physik, Johannes Gutenberg-Universität Mainz, Staudingerweg 7, 55128 Mainz, Deutschland.

La computación cuántica es una tecnología emergente que pretende revolucionar el procesamiento de la información mediante el uso de principios de la mecánica cuántica. En el grupo de Quantum Computing a cargo del Prof. Dr. Schmidt-Kaler de la Universidad de Mainz, se construyó y desarrolló la operación de un procesador de lógica cuántica con iones atrapados con potencial de escalabilidad. La información cuántica se almacena en los subniveles Zeeman $\pm 1/2$ del estado fundamental de los iones de $^{40}\text{Ca}^+$ y se manipula mediante interacciones Raman estimuladas con un par de láseres. La parte central del procesador es una trampa Paul lineal microestructurada segmentada, también conocida como quantum charge-coupled device (QCCD). Los iones individuales se trasladan a lo largo del eje de la trampa entre zonas de memoria y una zona de procesamiento, donde las puertas lógicas de uno y dos qubits se ejecutan con láseres.

En este laboratorio, se está avanzando en el desarrollo de una tecnología de integración óptica que aspira a transformar el diseño y la implementación de estos sistemas. En este proyecto se ha trabajado, por un lado, en la puesta a punto de la guías de onda. Esta tecnología permite dirigir múltiples haces de luz láser hacia la trampa de iones, separados por unos pocos micrones, de manera precisa y eficiente para manipular las cadenas de iones. Por otro lado, se ha trabajado en el desarrollo de módulos ópticos compactos que integran óptica original de media pulgada, los cuales pueden ser montados en racks en lugar de ocupar extensas mesas ópticas tradicionales. En particular, se montó el set-up que permitirá realizar las interacciones Raman estimuladas. Estos avances no solo optimizan el espacio y la manejabilidad del equipo, sino que también facilitan la escalabilidad y la implementación práctica de los sistemas de computación cuántica.

152. Modulación espacial de la polarización con moduladores LCD twisted nematic en serie

Guglielmucci Nazar Federico¹, Rouquaud Facundo Joaquín¹, Bordakevich Sebastián^{1 2}, Ledesma Silvia^{1 2}

¹ Universidad de Buenos Aires (UBA), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN), Departamento de Física, Pabellón 1, Ciudad Universitaria, 1428 Buenos Aires, Argentina

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina

Las pantallas de cristal líquido (LCD), ampliamente utilizadas en diversas aplicaciones ópticas, desempeñan un papel crucial como moduladores espaciales de la luz. Estas permiten controlar y manipular las propiedades de los haces de luz con alta precisión, lo que las hace especialmente útiles en el contexto de manipulación de haces, ya sea continuos o en el régimen de pocos fotones. En particular, pueden modular la amplitud, fase o polarización del campo electromagnético utilizando haces polarizados de entrada y salida en configuraciones convenientes [1]. En un trabajo previo [2] hemos mostrado la conveniencia de utilizar una configuración de dos LCD *twisted nematic* en serie y optimizar la configuración de polarización para que en conjunto den una respuesta arbitraria en amplitud y fase, o una respuesta máxima de polarización. Para esta última modulación mostramos que se cubre una superficie sobre la esfera de Bloch, en lugar de la curva que se obtiene con un único modulador. Esto permite acceder a una variedad muy grande de estados y puede ser explotado para una multiplicidad de experimentos. Por ejemplo, para procesar mayor cantidad de información en la simulación paralela de estados historia [3].

En este trabajo se iluminó con un láser de 810 nm dos pantallas LCD *twisted nematic* en serie, extraídas de un videoprojector comercial y con un pixelado de 1024x768 píxeles. Para modular espacialmente la polarización se optimizó la configuración óptica computacionalmente y se generaron distintas zonas con distintas polarizaciones. Este tipo de modulación puede ser usado para generar imágenes de polarización o para simular la evolución de estados cuánticos como los mencionados anteriormente. En nuestro caso medimos la intensidad en el centro del plano de Fourier, obteniendo el valor medio de la intensidad del campo, y presentamos su interpretación como simulación de la evolución temporal de un estado cuántico.

[1] A. Márquez, I. Moreno, C. Lemmi, A. Lizana, J. Campos, M. J. Yzuel, "Mueller-Stokes characterization and optimization of a liquid crystal on silicon display showing depolarization, *Opt. Express* **16**, 1669-1685 (2008).

[2] S. Bordakevich, L. Rebón, S. Ledesma, "Optimization for maximum modulation of a double-pass twisted nematic liquid crystal display," *Appl. Opt.* 61, 969-977 (2022).

[3] D. Pabon, L. Rebón, S. Bordakevich, N. Gigena, A. Boette, C. Lemmi, R. Rossignoli, S. Ledesma, "Parallel-in-time optical simulation of history states," *Physical review A: General physics*. 99. 10.1103/PhysRevA.99.062333 (2019).

153. Simulación multiescala de nanocompuestos metal/dieléctrico: desde la respuesta dieléctrica macroscópica hasta la generación de modos Tamm y defectos en cristales fotónicos 1D

Missoni Leandro Luis^{2,1}, Ortiz Guillermo P.³, Tagliazucchi Mario^{2,1}, Martínez Ricci Maria Luz^{2,1}

¹ Instituto de Química, Física de los Materiales, Medio Ambiente y Energía (INQUIMAE)

² Universidad de Buenos Aires (UBA)

³ Universidad Nacional del Nordeste (UNNE)

Los metamateriales ópticos son materiales compuestos por varias fases, cuya respuesta óptica ante un campo externo es distinta a la de sus componentes por separado. Existe una diversidad de potenciales aplicaciones incluyendo la focalización sub-longitud de onda, concentradores de energía lumínica y sensores ópticos [1] que permiten pensar a los metamateriales como una plataforma para el diseño de propiedades ópticas inéditas. Otra plataforma empleada como concentrador de energía son los cristales fotónicos (CF) con defectos que ocasionan el rompimiento de bandas fotónicas dando lugar a modos ópticos localizados cuyo campo electromagnético (EM) se concentra en las zonas cercanas al defecto. La combinación de ambas plataformas ópticas son propicias para el diseño de sistemas concentradores de campo EM en los cuales pueden aprovecharse y combinarse las propiedades de cada una para obtener respuestas multimodales.

Una estrategia para la síntesis de metamateriales considera sistemas de autoensamblado de nanopartículas, en los cuales es relevante considerar el rol de los ligandos en la formación de dicho ensamble. En este trabajo combinamos un método de simulación multiescala en el cual se utiliza una Teoría Molecular [2] (MOLT, por sus siglas en inglés) con un método de homogeneización de las ecuaciones de Maxwell, implementado en el software libre *Photonic* [3,4]. MOLT permite caracterizar los estados de equilibrio termodinámico de un determinado sistema de materia blanda, en particular puede obtener la distribución espacial de cada uno de sus componentes. La información estructural nanoscópica obtenida con MOLT es utilizada por el método de homogeneización para calcular la respuesta dieléctrica macroscópica del metamaterial simulado. Empleamos este esquema para diseñar sistemas periódicos bidimensionales de nanocolumnas metálicas de sección super-elipsoidal recubiertos por ligandos alquílicos. Encontramos que la función dieléctrica macroscópica de estos metamateriales posee una fuerte dependencia de los parámetros de red, morfología de las nanocolumnas y largo de los ligandos, los cuales influyen en la posición de su resonancia dipolar y su máximo de absorción.

La síntesis de cristales fotónicos 1D (CFs) con estratos de SiO₂ y TiO₂, puede llevarse a cabo con métodos de química suave empleando el proceso sol-gel [5]. Al acoplar CFs con metales, es conocida la formación de modos localizados, los cuales pueden ser clasificados como modos Tamm [6]. El entorno de la resonancia dipolar de los metamateriales diseñados presentan comportamientos metálico ($Re(\epsilon) < 0$) o dieléctrico ($Re(\epsilon) > 0$). Por lo tanto, en sistemas CF-metamaterial se pueden obtener acoplamientos de modos localizados del tipo Tamm o modos por defectos, que mediante un diseño apropiado del CF es posible controlar el acoplamiento entre los diferentes estados de localización dando lugar a cruces evitados. Usando estructuras híbridas de metal-CF-metamaterial, hemos sido capaces de obtener sistemas con modos Tamm y defectos en la misma estructura. La localización de los campos EM espacial sub-longitud de onda y su posición en frecuencia se correlacionan con los parámetros de sus diseños. Este control fino puede aprovecharse para el sensado con alta resolución espacial así como su aplicación en la fabricación de láseres multimodales.

[1] Valipour, Ali, et al., Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part L: Journal of Materials: Design and Applications 236.11 (2022): 2171-2210.

[2] Zaldivar, G., et al., ACS omega 7.43 (2022): 38109-38121.

[3] Ortiz, Guillermo P., et al., Physical Review B—Condensed Matter and Materials Physics 79.24 (2009): 245132.

[4] <https://metacpan.org/pod/Photonic>

[5] Martínez Ricci, María Luz, et al., The Sol Gel Handbook (2015): 1031-1054.

[6] Missoni, L. L., et al., Optical Materials: X, 20 (2023), 100273.

INDUSTRIA Y TECNOLOGÍA

MIÉRCOLES 18 17:30 - 19:30 hs.

Sala Angelelli

001. Problemas de resolución y linealidad con el conversor ADC del ESP32

Urbano Pintos Nicolás^{1, 2}, Lavorato Mario¹¹ Grupo TAMA - UTN-FRH² División Radar Láser - CITEDEF

Se desarrolló una unidad Radiométrica UV que adquiere, registra y comunica en tiempo real vía Bluetooth o WiFi los datos instantáneos adquiridos por dos dispositivos que operan con señales analógicas. En particular este equipo cuenta con dos radiómetros UV compuestos por fotodetectores que envían una señal eléctrica proporcional a la radiación UV proveniente del Sol. El dispositivo de control, adquisición, resguardo de datos y comunicación que opera y controla los sensores es un módulo de desarrollo de Firmware abierto basado en ESP32 (NODEMCU32 ESP-WROOM-32s) [1] [2]. Este poderoso Microcontrolador no solo opera y controla los sensores, sino que además, realiza tareas simultáneas de adquisición, cálculo y conversión de unidades. Las señales fueron ingresadas en las entradas disponibles para la adquisición de datos analógicos que operan con el ADC del ESP32. Se utilizaron dos instrucciones para realizar la adquisición de señales; la instrucción estándar 'analogRead' y la otra disponible 'analogReadMiliVolts' dando resultados equivalentes. Uno de los sensores mide en forma simultánea la Radiación UVA + UVB cuyos valores en mV son convertidos en mW/cm², mientras que el otro sensor permite medir en forma proporcional el Índice UV. Luego de testear varios ESP32s, se llegó a la conclusión que existe una fuerte distorsión de la señal convertida por el ADC, sobre todo en los niveles de tensión más bajos. En el presente trabajo se muestran los resultados obtenidos donde se resaltan los problemas de resolución y linealidad encontrados y se discuten las posibles soluciones a adoptar.

002. Mejoramiento de las propiedades eléctricas y estructurales del NZ-TO a través del método de cold sintering

Salgado Rocío¹, Terny Soledad¹, Frechero Marisa A.¹¹ Instituto de Química del Sur (INQUISur)

En la actualidad uno de los principales retos a la hora de sintetizar materiales cerámicos consiste en obtenerlos mediante rutas de síntesis sostenibles con un impacto medioambiental reducido. Por este motivo, han surgido enfoques de sinterización alternativos para reducir el tiempo, la temperatura, la energía y los costos en comparación con la sinterización en estado sólido tradicional. Uno de los métodos estudiados es el denominado dry cold sintering donde un polvo cerámico se prensa uniaxialmente mientras se calienta a temperaturas moderadas. Por otro lado, se sabe que pueden producirse microfracturas en materiales similares durante el enfriamiento desde alta temperatura (donde se produce la densificación) hasta temperatura ambiente, si el tamaño de grano está por encima de un tamaño crítico. Si esto ocurre, se producirá una disminución de la conductividad iónica y de las propiedades mecánicas. A pesar de tener gran relevancia, las propiedades mecánicas de estos materiales no suelen informarse. Por estos motivos, se sintetizó Na₂Zn₂TeO₆ utilizando reacción de estado sólido, que puede utilizarse como conductor de ion sodio de baja temperatura, aplicando dry cold sintering con el objetivo de mejorar las propiedades mecánicas y de conductividad del material. La caracterización estructural del material obtenido se llevó a cabo mediante difracción de Rayos X (DRX) y microscopía electrónica de barrido SEM. Se empleó espectroscopía de impedancia para evaluar la respuesta eléctrica. Se realizaron las determinaciones de densidad mediante el método de Arquímedes y las propiedades mecánicas se evaluaron mediante ensayos de dureza Vickers.

003. Medidor Registrador de Radiaciones Ionizantes

Vecchio Ricardo¹, Lazcano Colodrero Diego Alejandro¹, Puyol Orlando Herminio¹¹ Universidad de Belgrano (UB)

Debido a la creciente preocupación por la exposición a radiaciones ionizantes, hemos desarrollado un prototipo que mide y registra los niveles de radiación existentes de manera precisa y confiable. Este medidor y registrador de radiaciones ionizantes no solo realiza mediciones certeras, sino que también guarda un registro detallado de los datos, permitiendo un análisis exhaustivo y continuo. Nuestro prototipo ha sido diseñado y probado minuciosamente, asegurando su funcionalidad y fiabilidad en diversas condiciones. La necesidad de este tipo de dispositivo es crucial en entornos donde la seguridad radiológica es una prioridad, como en hospitales, plantas nucleares, laboratorios de investigación y sótanos poco ventilados. La capacidad de monitorear y registrar los niveles de radiación ionizante proporciona una herramienta vital para la

protección de la salud de las personas y la seguridad del medio ambiente. Además, el log de datos registrado por nuestro equipo facilita la detección temprana de anomalías y la implementación de medidas preventivas o correctivas oportunas. En un mundo donde la tecnología y las aplicaciones que involucran radiaciones ionizantes están en constante expansión, disponer de un medidor y registrador confiable es indispensable. Nuestro desarrollo no solo cubre esta necesidad, sino que también aporta una solución fiable y accesible para la gestión y control de la radiación ionizante.

004. Influencia de la naturaleza del catalizador en la adsorción de fluoroquinolonas

Rossi Fernández Ana Cecilia¹, Meier Lorena Alejandra¹, Fuente Silvia Andrea^{1, 2}, Cabeza Gabriela Fernanda^{3, 1}, Morgade Cecilia Inés Nora^{1, 2}

¹ Instituto de Física del Sur (IFISur), Universidad Nacional del Sur - CONICET

² Universidad Tecnológica Nacional (UTN), Facultad Regional de Bahía Blanca (FRBB)

³ Universidad Nacional del Sur (UNS), Departamento de Física

El desarrollo de métodos analíticos sensibles ha revelado varios contaminantes emergentes en el agua, entre los cuales, los antibióticos han generado gran preocupación [1], ya que en general resisten la eliminación efectiva en las plantas de tratamiento [2]. Entre los mismos, se ha detectado norfloxacin ($C_{16}H_{18}FN_3O_3$, NFX), un antibiótico fluoroquinolona sintético de segunda generación [3]. A su vez, existen estudios experimentales para la remoción y/o degradación del mencionado antibiótico con dióxido de titanio (TiO_2) y con óxido de cinc (ZnO) [4,5] por lo cual el objetivo de nuestro trabajo es brindar información teórica sobre dicha interacción, así como estudiar las respectivas transferencias de carga y fuerza de los enlaces. En este trabajo, se estudió la adsorción del antibiótico NFX sobre dos tipos de catalizadores: ZnO (Wurtzita) y TiO_2 (Anatasa) utilizando el programa Vienna Ab Initio Simulation Package (VASP) que se basa en el formalismo de Density Functional Theory (DFT). En particular se modelaron las dos superficies polares de ZnO una con O expuestos (000-1) llamada "ZnO-O" y otra con Zn expuestos (0001) llamada "ZnO-Zn" [6,7], con el objetivo de evaluar sus diferencias y además comparar con la superficie de Anatasa (TiO_2 -A). La interacción adsorbato-substrato se evaluó haciendo un análisis de las cargas atómicas y del bond order mediante el método DDEC6 [8]. También se realizaron cálculos de diferencias de densidad de cargas atómicas. Las energías de adsorción (E_{ads}) obtenidas fueron todas de carácter exotérmico, siendo las de mayor magnitud las situaciones donde la molécula se adsorbe sobre ZnO. En el caso de NFX sobre ZnO-O se pierde un hidrógeno del grupo piperacínico de la molécula y se une a un oxígeno de la superficie formando un hidroxilo, dando una adsorción disociativa. Mientras que, tanto para las superficies de ZnO-Zn y TiO_2 -A, la adsorción es no disociativa pudiéndose observar para la primera dos interacciones significativas, una entre el oxígeno del carbonilo que forma parte del anillo de NFX y el átomo de Zn más cercano de la superficie y otra entre uno de los oxígenos del carboxilo de NFX y el átomo de Zn correspondiente cercano de la superficie.

[1] M. Godoy and J. Sánchez, Academic Press, (2020) 221-230.

[2] F. Wang et al, Ecotoxicol. Environ. Saf., 208 (2021) 111717.

[3] E.J.C. Goldstein, The American Journal of Medicine, 82, (1987) 3-17.

[4] W. Liu et al, Sci Rep 10, (2020) 11903.

[5] H. Yang et al, RSC Adv., 7, (2017), 45721-45732.

[6] C. Tang et al, Phys. Chem. Chem. Phys., 16, (2014), 22139-22144.

[7] D. Mora-Fonz et al, Chem. Mater., 29, (2017), 5306-5320.

[8] T.A. Manz and N.G. Limas, RSC Adv., 6, (2016), 47771.

005. Estudio de la distorsión gravitacional del tiempo en relojes en la Teoría General de la Relatividad. Corrimiento al rojo gravitacional.

Rocabert Rolando A.¹, Miño Valdés Juan Esteban¹, Provasi Patricio F.^{2, 3}

¹ Universidad Nacional de Misiones (UNaM), Facultad de Ingeniería

² Universidad Nacional del Nordeste (UNNE), Departamento de Física, FaCENA

³ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), IMIT

La relatividad dice que cuando dos observadores se encuentran en distintos marcos de referencia, cada observador considera distorsionada la percepción del tiempo del otro. La dilatación del tiempo es una diferencia en el tiempo transcurrido medido por los dos observadores, ya sea debido a una diferencia de velocidad relativa entre sí, o por estar situados en posiciones diferentes en un campo gravitacional. El objetivo de este trabajo es realizar un aporte matemático que introducido en la Teoría de la Relatividad, reformulando las ecuaciones de transformación de Lorentz de manera que permitan contracciones transversales, produzca en los cálculos de distorsión gravitacional del tiempo de La Relatividad General (GR), valores más cercanos a los experimentales, dada la pequeña, pero persistente desviación en relojes respecto a la teoría, encontrada en los últimos años. El método para validar los conceptos es análogo al utilizado en una de las pruebas clásicas de GR, referida al corrimiento al rojo gravitacional de las líneas espectrales. Se compara un átomo a un

reloj, el que debería ralentizarse si es sometido a un potencial gravitatorio. De esta manera midiendo las diferencias en la velocidad de funcionamiento de relojes (frecuencia) ubicados a diferentes alturas de potencial gravitatorio permitirá estimar la violación de GR. Los resultados de los nuevos cálculos se contrastan con los teóricos tradicionales de GR, para luego hacer una evaluación cualitativa y cuantitativa de aproximación a valores ya medidos, en relojes ubicados a diferente potencial gravitatorio, en satélites y en altura [1-3]. Se concluye que la GR, basada en la reformulación de las ecuaciones de transformación de Lorentz, arroja valores más cercanos a lo observado experimentalmente. Como el coeficiente α para medir el apartamiento de lo experimental a lo teórico se define normalmente como: $\text{medido}/GR = (1 + \alpha)$, se calcula el α esperado (α_{esp}) como: $\text{propuesto}/GR = (1 + \alpha_{esp})$, siendo lo propuesto, el resultado matemático del nuevo cálculo.

[1] Delva, P., Puchades, N., Schönemann, E., Dilssner, F., Courde, C., Bertone, S., ... and Wolf, P. (2018). Gravitational redshift test using eccentric Galileo satellites. *Physical review letters*, 121(23), 231101.

[2] Takamoto, M., Ushijima, I., Ohmae, N., Yahagi, T., Kokado, K., Shinkai, H., and Katori, H. (2020). Test of general relativity by a pair of transportable optical lattice clocks. *Nature photonics*, 14(7), 411-415.

[3] Fathollahi, L., Wu, F., and Pongracic, B. (2023). Gravitational redshift test using Rb clocks of eccentric GPS satellites. *Heliyon*, 9(2).

006. Propiedades Mecánicas de Nanocables de Pd con H

Crespo Eduardo Ariel^{1 2}, Ruda Margarita María³, Ramos Susana Beatriz⁴, Bringa Eduardo Marcial^{5 7 6}

¹ *Departamento de Física, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional del Comahue*

² *Facultad Regional Neuquén FRN UTN*

³ *Centro Atómico Bariloche (CNEA)*

⁴ *Instituto de Investigación y Desarrollo en Ingeniería de Procesos, Biotecnología y Energías Alternativas (CONICET UNCo)*

⁵ *Facultad de Ingeniería, Universidad de Mendoza*

⁶ *Centro de Nanotecnología Aplicada, Facultad de Ciencias, Universidad Mayor de Chile*

⁷ *Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)*

A pesar de que existen numerosos estudios sobre el efecto de hidrógeno en las propiedades mecánicas en materiales convencionales, esto es menos conocido en el caso de nanomateriales, en particular nanocables (NCs), que presentan una alta relación superficie/volumen. Por otro lado, la microestructura compleja involucrada en estos casos hace que el entendimiento a nivel fundamental de los mecanismos que intervienen en las propiedades mecánicas en presencia del hidrógeno resulte aún motivo de debate [1]. Los NCs pueden considerarse como estructuras cuasi-unidimensionales con ordenamiento cristalino en forma de cables con diámetros nanométricos. Los NCs metálicos, en particular los de Pd, son de interés en aplicaciones tecnológicas, para el desarrollo de componentes activos en sensores de H₂ en la búsqueda de dispositivos más pequeños que permitan detectar pequeñas cantidades de H a muy bajas presiones. En este trabajo realizamos simulaciones de dinámica molecular sobre NCs de Pd para investigar los efectos del H en el comportamiento mecánico en la nanoescala. En estudios previos, hemos investigado este tema considerando NCs de diámetros de hasta 6 nm. Aquí, continuando ese trabajo, avanzamos y profundizamos dicho estudio, considerando NCs de mayor diámetro, y analizando la influencia de la presencia de H absorbido. Utilizamos el software LAMMPS y potenciales del tipo de átomo embebido (EAM), para realizar ensayos de tensión-deformación, a $T = 300$ K, en NCs de Pd monocristalino de 8 nm de diámetro y para dos orientaciones cristalinas axiales [001] y [111]. La longitud de los NCs es aproximadamente 4 veces el diámetro, pero se consideran condiciones periódicas a lo largo del NC. Repetimos los ensayos agregando H a las muestras en distintas concentraciones, para analizar efectos de segregación, y su influencia en el módulo de Young y punto de fluencia. Para distintas etapas de deformación con y sin H, se identifica la evolución de los defectos presentes, tales como dislocaciones, fallas de apilamiento y maclas. Resultados preliminares indican que para un dado diámetro del NC, tanto el módulo de Young como la tensión de fluencia decrecen con el contenido de H. Además, encontramos que en general estas propiedades mecánicas decrecen su valor con el aumento del diámetro del NC. Esto es similar a lo observado en el caso de membranas nano policristalinas de Pd previamente estudiadas [2]. Para el rango de concentraciones de H estudiado ($H/Pd=0$ a 0.4) se observa una alta concentración de H en la superficie y subsuperficie, sugiriendo una fase hidruro para las concentraciones más altas.

[1] S. Yin, G. Cheng, T-H Chang, G Richter, Y. Zhu, Huajian Gao. *Nature Communications* 10,2004 (2019).

[2] M.L. Alí, E.A. Crespo, M. Ruda, E.M. Bringa, S.B. Ramos, *IJHE* 45, 15230 (2020).

007. Implementación y caracterización de un polarímetro de alta exactitud para la calibración del ángulo de rotación óptica

Vargas C L^{1 2}, Link T J¹, Etchepareborda P², Álvarez L²

¹ *Universidad de Buenos Aires (UBA), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN), Departamento de Física*

² *Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), Metrología Física, Departamento de Óptica y Dimensional*

La rotación o actividad óptica es la rotación del plano de polarización de la luz linealmente polarizada cuando atraviesa materiales quirales, con asimetría especular microscópica. Las mediciones de alta exactitud del ángulo de rotación óptica son necesarias en muchas áreas de la industria. En particular, se requieren para la calibración de patrones de referencia de

polarímetros comerciales, los cuales se utilizan para medir concentraciones de sustancias activas en solución. Actualmente esta es un área de vacancia en el ámbito nacional y, por esta razón, la industria local argentina utiliza servicios de calibración realizados en el exterior, incrementando significativamente los costos de producción. Por este motivo, ante las solicitudes recibidas en el INTI por parte de distintas industrias locales como la azucarera, farmacéutica y vitivinícola, se inició este proyecto para construir un patrón nacional de rotación óptica, que asegure la trazabilidad metrológica de esta magnitud. Este trabajo presenta la implementación y caracterización de un polarímetro de alta exactitud basado en polarimetría diferencial y la transformada de Fourier discreta. Resultados preliminares obtenidos con una placa de control de cuarzo permitieron alcanzar una incertidumbre expandida de 0,0024 para un factor de cobertura igual a 2. Este resultado se encuentra en el mismo orden de magnitud que los alcanzados por otros institutos nacionales de metrología.

008. Exploración del uso del grafeno prístino y con vacancias, en la adsorción de contaminantes para purificación del biogás y agua mediante la Teoría del Funcional de la Densidad

Oviedo C L¹, Gomez Avila J^{1 2}, Bonzi E¹, Grad G B¹

¹ Facultad de Matemática Astronomía, Física y Computación (FAMAF)

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

La necesidad de un cambio sustentable en Argentina impulsa el estudio de nuevas fuentes de energía y la gestión de recursos hídricos, reduciendo la dependencia de hidrocarburos y la contaminación del agua. Este trabajo aplica técnicas avanzadas de adsorción y difusión, previamente utilizadas en estudios de adsorción de átomos metálicos, para abordar la purificación de biogás y la eliminación de arsénico en agua, utilizando como absorbente el grafeno prístino y con vacancias.

En el caso del biogás, compuesto principalmente de metano y dióxido de carbono, es esencial eliminar contaminantes tales como el ácido sulfhídrico. Estas impurezas afectan negativamente los equipos de procesamiento y generan emisiones contaminantes. Utilizando cálculos basados en la Teoría del Funcional de la Densidad (DFT) y la aproximación de gradiente generalizada (GGA), se determinan los sitios más favorables para la adsorción de estos contaminantes, optimizando su eliminación y mejorando la eficiencia del biogás como fuente de energía renovable.

De manera similar, la eliminación de arsénico en agua, tanto en sus formas (III) como (V), es crucial para la salud pública y el medio ambiente. Aplicando técnicas de adsorción y difusión, se pueden identificar y optimizar los procesos necesarios para reducir los niveles de arsénico a límites seguros. Estas metodologías no solo protegen la salud humana y los ecosistemas acuáticos, sino que también aseguran la sostenibilidad y seguridad de los recursos hídricos.

Ambos estudios destacan la importancia de aplicar técnicas avanzadas de adsorción y difusión para la purificación de recursos energéticos y ambientales, promoviendo un futuro más sostenible y saludable.

009. Estudio de la transferencia de energía en micro osciladores mecánicos no lineales

Alonso Lemos Manuel¹, Jagla Eduardo A.², Pastoriza Hernán³, Pérez Morelo Diego³

¹ Instituto Balseiro (IB), Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), (8400) Bariloche, Río Negro, Argentina

² Centro Atómico Bariloche (CAB), Instituto Balseiro (IB), Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), (8400) Bariloche, Río Negro, Argentina

³ Instituto Balseiro (IB), Instituto de Nanociencia y Nanotecnología (INN), Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), (8400) Bariloche, Río Negro, Argentina

Los osciladores, presentes en casi todos los dispositivos electrónicos, consisten principalmente en un elemento resonante que proporciona una salida oscilante con una frecuencia específica. Una de las características más importantes de los osciladores es su capacidad para mantener una frecuencia determinada en un período de tiempo específico. Sin embargo, a micro y nano escala, la mayoría de los resonadores mecánicos exhiben no linealidades intrínsecas que degradan considerablemente la estabilidad de frecuencia de los resonadores. Sin embargo, se ha demostrado que acoplado dos modos mecánicos diferentes a través de una resonancia interna (acoplamiento de modo 1:3), es posible estabilizar la frecuencia de oscilación en el oscilador micro mecánico [1, 2]. Adicionalmente, el mecanismo fundamental de este acoplamiento se utiliza para redistribuir y almacenar energía mecánica entre los modos vibratorios y transferirla coherentemente al modo principal cuando la excitación externa está desactivada. Esto último es importante en aplicaciones que requieren una ingeniería precisa de los mecanismos de disipación del resonador. Utilizando curvas de *ringdown* caracterizamos las velocidades de intercambio de energía en micro resonadores no lineales de Silicio. Se obtuvo una velocidad de transferencia de energía entre modos de oscilación $\Gamma_{13} = 500(10)$ Hz y un tiempo de coherencia $t_c \approx 75$ ms.

[1] D. Antonio, D. H. Zanette and D. López, *Nat. Commun.* **3:806** (2012).

[2] M. Wang, D. J. Perez-Morelo, D. Lopez, and V. A. Aksyuk, *Physical Review X* **12**, 041025 (2022).

010. Determinación de la concentración de zinc en cultivos de maíz fertilizados e inoculados con bacterias promotoras del crecimiento vegetal.

Un estudio por Fluorescencia de Rayos X.

Dirazar Tomás¹, Otero Mateo¹, Valle Facundo Marcos², Barbieri Pablo A.^{3 4}, Maroniche Guillermo A.², Mizrahi Martín^{5 6}, Requejo Félix G.^{1 5}

¹ Universidad Nacional de La Plata (UNLP), Facultad de Ciencias Exactas (FCE), Departamento de Física

² Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMDP), Comisión de Investigaciones Científicas (CIC), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Instituto de Innovación para el Desarrollo Agroalimentario y Agroenergético Sostenible (IIDEAGROS)

³ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Instituto de Innovación para la Producción Agropecuaria y el Desarrollo Sostenible (IPADS)

⁴ Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)

⁵ Instituto de Investigaciones Fisicoquímicas Teóricas y Aplicadas (INIFTA), Universidad Nacional de La Plata (UNLP), Facultad de Ciencias Exactas (FCE), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

⁶ Facultad de Ingeniería (FI), Universidad Nacional de La Plata (UNLP)

La deficiencia de zinc en los suelos de la Pampa Húmeda de la República Argentina es un problema que enfrentan los productores agrícolas, en particular los productores de maíz, siendo este elemento el factor limitante en suelos de la región. [1] En especial, la deficiencia de Zn en los suelos causa problemas de crecimiento en los cultivos disminuyendo su rendimiento, y causando que los granos tengan menor contenido de este elemento. [2] Además, está demostrado que el Zn es un elemento esencial en la dieta de las personas, teniendo funciones catalizadoras, estructurales y hormonales en el cuerpo humano, entre otras. [3] Por estos motivos, es necesario asegurar que los cultivos cuenten con la disponibilidad necesaria de este elemento.

Ante esta problemática, el instituto nacional tecnológico agropecuario de Balcarce (INTA) utiliza bacterias promotoras de crecimiento vegetal (PGPB), las cuales pueden ser inoculadas en los cultivos mediante distintos procesos. Esta técnica ambientalmente sustentable se ha estudiado para distintas especies de bacterias y se ha comprobado su funcionamiento. [4] Sin embargo, aún no se ha podido explicar el mecanismo de su funcionamiento, ni se ha logrado cuantificar la mejora en la concentración de Zn ante su uso.

En el presente trabajo se utiliza espectroscopía de fluorescencia de rayos X para medir la variación de zinc en hojas y granos de maíz, cuyos cultivos fueron sometidos a diversos procesos de fertilización y empleando PGPB. Se utilizaron muestras producidas en parcelas ubicadas en la ciudad de Balcarce durante los años 2023 y 2024, las cuales están destinadas a realizar estudios en condiciones de reproducibilidad en un ambiente similar al empleado por los productores agrarios. Los cultivos fueron tratados con fertilización con Zn, incorporado en subparcelas la inoculación con bacterias PGPB (a la siembra o en hoja), de forma de poder cuantificar el efecto de estas últimas sobre la planta y el grano. También fueron evaluadas muestras de control (sin ningún tratamiento) para conocer el estado base de los cultivos. Se encontró que las concentraciones de Zn en las hojas en los casos sin tratamiento, o en los que solamente se inocula con PGPB, poseen valores similares, lo cual es un indicio que la cantidad de Zn biodisponible en el suelo es insuficiente para las necesidades de la planta de maíz. Al aplicar únicamente el tratamiento de fertilización con Zn se observa un incremento en un 130(30) % respecto del caso testigo, mientras que cuando se emplea el tratamiento mixto (fertilización más PGPB), el valor se incrementa en un 30(20) % respecto a cuando sólo se administra la fertilización.

Actualmente, los resultados sobre los granos de maíz que se obtuvieron recientemente en la cosecha están siendo evaluados, con el objetivo de obtener información complementaria sobre el efecto en dichos granos del empleo de PGPB.

[1] H.R. Sainz Rozas, M. Eyherabide, G.E. Larrea, N. Martinez Cuesta, H.P. Angelini, N.I. Reussi Calvo, and N. Wyngaard. Relevamiento y determinación de propiedades químicas en suelos de aptitud agrícola de la región pampeana.

[2] Fertilización y deficiencias de zinc en la producción de maíz - pioneer
https://www.pioneer.com/ar/articulos/fertilizacion_deficiencia_zinc.html.

[3] Janet King. Zinc: An essential but elusive nutrient. The American journal of clinical nutrition, 94:679S–84S, 06 2011.

[4] Julia Garcia, Mariana Puente, Guillermo Maroniche, Alejandro Peticari. Estudio del Azospirillum como tecnología aplicable en los cultivos de trigo y maíz, pages 351–366. 09 2013.

011. Clasificador de tráfico mediante análisis espectral de sonido

Abdala Álvarez A M¹, Massé Palermo M L¹, López S D^{1 2}

¹ Universidad Nacional de Salta (UNSa)

² Instituto de Investigación en Energías No Convencionales (INENCO)

La detección del flujo y del tipo de vehículos resulta fundamental para mejorar la eficiencia y seguridad en la gestión del tráfico urbano. Este tipo de mediciones no solo facilita la regulación del tránsito vehicular, sino que también es esencial para el desarrollo de tecnologías avanzadas como los sistemas de transporte inteligentes y los vehículos autónomos [1].

En este trabajo se presenta una solución de aprendizaje profundo diseñada para abordar este problema mediante el análisis espectral de sonido. La utilización del análisis del sonido emitido por los vehículos como variables para un clasificador presenta diversas ventajas, siendo la principal el bajo costo computacional que requiere su procesamiento, en contraste con lo que demandan los modelos basados en visión computarizada.

El modelo propuesto es un clasificador en cinco categorías (automóvil, motocicleta, camioneta, colectivo y silencio) constituido por una red neuronal convolucional (CNN) [2] y una red neuronal recurrente de memoria a largo plazo (LSTM) [3], de modo tal que el análisis espectral es procesado como sucesiones de espectrogramas. Los resultados obtenidos son más que satisfactorios, obteniéndose precisiones superiores al 80 % en la detección sobre un conjunto de validación preliminar. Se espera que este trabajo sirva de base para futuras investigaciones y aplicaciones de bajo costo en el análisis de densidad de tráfico.

[1] Roopa Ravish and Shanta Ranga Swamy. Intelligent traffic management: A review of challenges, solutions, and future perspectives. *Transport and Telecommunication Journal*, 22(2):163–182, 2021.

[2] Carmelo Bonilla Carrión. *Redes convolucionales*. 2020.

[3] Sepp Hochreiter and Jürgen Schmidhuber. Long short-term memory. *Neural computation*, 9(8):1735–1780, 1997.

012. Determinación de espesores de recubrimientos metálicos por espectrometría de fluorescencia de rayos X.

Fantini Delfina¹, Dominguez Feldman Juan Ignacio¹, Ottaviano Agustin¹, Acito Pino Jeronimo¹

¹ Universidad Nacional de Córdoba (UNC), Facultad de Matemática, Física, Astronomía y Computación

En este trabajo, comparamos la precisión de la determinación del espesor de recubrimientos metálicos utilizando espectrometría por Fluorescencia de Rayos X (XRF) para dos fuentes de excitación de rayos X. Las fuentes utilizadas consistieron en: a) radiación directa de un tubo de rayos X con ánodo de Mo, b) radiación monocromática de 8,9 keV utilizando un monocromador de cristal de Si (111) actuando sobre la radiación emitida por un tubo de rayos X con ánodo de Cu. El rendimiento de las configuraciones utilizadas se comparó utilizando muestras representativas con recubrimientos de Sn y Zn depositados sobre hierro con espesores en el rango de 1 a 100 micrones. La determinación del grosor se basó en la atenuación selectiva que las líneas características del hierro emitidas desde el sustrato que ocurre en el recubrimiento metálico [1,2]. Idealmente, como se puede esperar de los fundamentos de la física, se necesita radiación monocromática para mejorar la precisión. Sin embargo, considerando las dificultades en el uso de radiación monocromática en espectrómetros de rayos X, este trabajo muestra que también se puede utilizar radiación policromática para obtener resultados confiables.

Referencias 1- R. Cesareo. Non-destructive EDXRF-analysis of the golden haloes of Giotto's frescos in the chapel of the Scrovegni in Padua. *Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. B*. 221(2003), 133- 137. 2- A.G Revenko, A.L. Tsvetyansky, A.N. Eritenko. X-ray fluorescence analysis of solid-state films, layers, and coatings. *Rad. Phys. Chem* 197(2022), 110157.

013. Desarrollo de metodologías para la caracterización de reservorios de gas y petróleo en reservorios no convencionales mediante resonancia magnética

Acosta Rodolfo Héctor¹, Monti Gustavo Alberto¹, Garro Linck Yamila¹, Velasco Manuel Isaac¹, Franzoni María Belén¹, Donadelli Jorge Andrés², Domené Esteban Alejo², Masiero Diana², Smal Clara²

¹ Facultad de Matemática Astronomía, Física y Computación (FAMAF)

² Empresa de Investigación y desarrollo para la industria energética (Y-TEC), YPF Tecnología S.A.

Uno de los vectores energéticos más relevantes en el desarrollo y la economía Argentina es la explotación de hidrocarburos de reservorios no convencionales, tales como los que se encuentran en cuenca Neuquina, en particular Vaca Muerta. Los reservorios convencionales son compuestos mayoritariamente por compactaciones areniscas con altas porosidad y permeabilidad, mientras que las rocas tipo "shale" presentan muy poca conectividad, requiriendo de la fractura hidráulica para su explotación. La segunda gran diferencia es la gran cantidad de materia orgánica sólida presente en estos yacimientos, conocida como querógeno, que es la fuente generadora de los hidrocarburos. Su caracterización y cuantificación es de suma importancia para la evaluación de la potencial productividad y del tipo de hidrocarburo asequible. El grado de madurez del querógeno es un indicador de la ventana de producción, que puede ser de petróleo, gas o un intermedio conocido como condensado. En este trabajo presentamos una serie de resultados fruto de una colaboración entre FAMAF e Y-TEC. Por un lado se desarrollaron métodos de caracterización de la matriz de querógeno utilizando resonancia magnética nuclear (RMN) de ¹³C en un campo magnético de 7T [1,2]. Otra técnica fundamental en la industria del petróleo es la determinación de fluidos contenidos en la roca, para lo cual el estándar es el uso de equipos con campos magnéticos de 0.05 T, en los cuales los protocolos desarrollados para reservorios convencionales no son directamente aplicables a los no-convencionales. Esto es debido a que la fuerte interacción dipolar en la materia orgánica sólida hace que las señales correspondientes a las mismas decaigan muy rápidamente. Recientemente desarrollamos una metodología capaz de resolver este problema [3], la cual fue patentada en los EEUU [4] y licenciada a una empresa de software para equipos de RMN para su implementación a nivel comercial en un software dedicado a este sector de la industria.

[1] J.A. Donadelli, A. Canneva, Y. Garro-Linck, G. Martinez Delfa, G. Erra, M.I. Velasco, M.B. Franzoni, E.V. Silletta, R.H. Acosta, A. Calvo, Molecular changes in the organic geochemistry of the Vaca Muerta shale formation as consequence of natural maturation, *Organic Geochemistry*, 104258 (2021)

[2] Total organic carbon determination by ^{13}C CP/MAS solid-state NMR in unconventional oil/gas source rocks: a case study from the Neuquén and Cuyo basins in Argentina, Y. Garro Linck, G. Martínez Delfa, J.A. Donadelli, E.V. Silletta, M.I. Velasco, M.B. Franzoni, G.A. Monti, C. Smal, R.H. Acosta, *Energy and Fuels*, 38, 5098–5105 (2024)

[3] E.V. Silletta, G.S. Vila, E.A. Domene, M.I. Velasco, P.C. Bedini, Y. Garro-Linck, D. Masiero, G.A. Monti, R.H. Acosta, Organic matter detection in shale reservoirs using a novel pulse sequence for T_1 – T_2 relaxation maps at 2 MHz, *Fuel*, 312, 122863 (2022)

[4] US11668664, R.H. Acosta, E.V. Silletta, G.A. Monti, Y. Garro Linck, P.C. Bedini, G.S. Vila, D.M. Masiero, E.A. Domené, M.I. Velasco, Detection of Solid Organic Material and Fluids in a Shale Rock by Means of Low Field NMR

014. Densidad e índice de refracción como propiedades de monitoreo en la operación de una columna de rectificación con mezclas de etanol (1) y agua (2). Destilación discontinua con rectificación.

García Ezequiel¹, Mariano Alejandra², Carrizo Lorena²

¹ Universidad Nacional del Comahue (UNComa), Facultad de Ingeniería. Becario CIN. Neuquén.

² Universidad Nacional del Comahue (UNComa), Facultad de Ingeniería. Instituto de Investigación en Tecnologías y Ciencias de la Ingeniería (IITCI). CONICET-UNComa. Neuquén.

Se estudió el funcionamiento de una columna de rectificación con relleno en condiciones de presión atmosférica, disponible en el Laboratorio Físicoquímica. Se analizó la influencia de diferentes parámetros de operación como: reflujo, temperaturas de manta calefactora, composición de la muestra a destilar, temperatura del refrigerante, tiempo de operación, etc. Se determinaron condiciones iniciales de operación para diferentes composiciones de alimentación, lo que se conoce como estabilización de la columna o estado de equilibrio con reflujo total y se estimó el número mínimo de etapas teóricas usando método gráfico de McCabe-Thiele [1]. Para ello, durante el proceso de destilación es necesario monitorear las composiciones instantáneas del destilado y fondo (calderín), se extrajeron muestras in situ que luego fueron analizadas para determinar la densidad e índice de refracción. Se elaboraron curvas de calibración de densidad e índice de refracción para diferentes mezclas en todo el rango de composición y termostatazadas a 25°C. La dependencia del índice de refracción con la composición en mezclas de agua y etanol a 25°C muestra un valor máximo aproximado en la fracción molar $x_1 = 0,59$; lo que dificulta emplear esta propiedad para la determinación de composiciones en rangos superiores a este valor. Mientras que, los valores de la densidad son crecientes y aproximadamente lineales en función del aumento de composición de alcohol. Los valores experimentales de índice de refracción y densidad obtenidos para las diferentes mezclas mostraron tendencias acordes a la bibliografía [2]. Se concluye que la densidad es la propiedad más adecuada para monitorear la operación de la columna rectificadora, sin embargo, en un determinado rango de composición es factible emplear el índice de refracción. El método refractométrico es relativamente rápido y fácil de aplicar, otorga resultados con elevada precisión y requiere tamaños de muestras reducidos en comparación con los métodos de densimétricos. Por otro lado, existen publicaciones que sugieren otras alternativas como el agregado de colorantes, cristal violeta y azul de metileno, para ampliar el rango de linealidad entre el índice de refracción y la composición de alcohol [3].

[1] Wankat, P. Ingeniería de procesos de separación. Segunda edición. PEARSON EDUCACIÓN, México (2008).

[2] Jiménez Riobóo, R.J., Philipp, M., Ramos, M.A. et al. Concentration and temperature dependence of the refractive index of ethanol-water mixtures: Influence of intermolecular interactions. *Eur. Phys. J. E* 30, 19–26 (2009). <https://doi.org/10.1140/epje/i2009-10496-4>

[3] Owuama, C.I., Ododo J.C., Refractometric determination of ethanol concentration, *Food Chemistry*, Volume 48, Issue 4, Pages 415-417, ISSN 0308-8146, (1993). [https://doi.org/10.1016/0308-8146\(93\)90327-C](https://doi.org/10.1016/0308-8146(93)90327-C).

015. Amortiguación de vibraciones en viviendas modulares usando materiales granulares

Suarez Ramiro¹, Navarro Febre Tomás¹, Pugnaroni Luis A.², Ferreyra María Victoria¹

¹ Universidad Nacional de La Pampa (UNLPam), FCEyN

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

Los amortiguadores granulares (AG) son dispositivos pasivos que utilizan las propiedades disipativas de los materiales granulares para atenuar la vibración de un sistema primario al cual ha sido acoplado. Los AG convencionales son recintos cerrados huecos parcialmente rellenos con material granular. Al vibrar el recinto, las colisiones inelásticas entre los granos y entre los granos y el recinto disipan parte de la energía mecánica. Las viviendas modulares, debido a su construcción, diseño estructural, ubicación y forma de cimentación, pueden presentar vibraciones inducidas por actividades cotidianas humanas que disminuyen su confort. Mitigar estas vibraciones desde la etapa de diseño suele implicar la colocación de tabiques, vigas o columnas de refuerzo, lo que encarece la construcción y puede dificultar la exploración estética y artística de los diseñadores. En este estudio, exploramos la mitigación de estas vibraciones mediante la simulación de múltiples diseños de AG utilizando el método de los elementos discretos. Los resultados obtenidos son alentadores y sugieren que las configuraciones más eficientes requieren de un mecanismo de amplificación de la aceleración del recinto. Una característica de los AG es su asimetría de amortiguación de vibraciones verticales debido a la gravedad. Mostramos que esta asimetría

puede eliminarse con una apropiada vinculación a un AG de oscilación horizontal.

016. Sensor de tráfico vehicular de rápido despliegue y bajo coste: diseño, construcción, implementación y análisis de los datos obtenidos

Rodríguez Juan Martín¹, Pasinetti Pedro Marcelo²

¹ Universidad Nacional de San Luis (UNSL), Departamento de Física, Ejército de los Andes 950, D5700HHW, San Luis, Argentina

² Instituto de Física Aplicada (INFAP), Universidad Nacional de San Luis (UNSL), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Ejército de los Andes 950, D5700HHW, San Luis, Argentina

La medición de tráfico vehicular es un problema interesante en lo que a diseño experimental respecta. El objetivo principal es medir el tráfico sin afectarlo de forma considerable, pero además es deseable diseñar un sistema que requiera poco mantenimiento y componentes simples, de bajo coste, que permita un rápido despliegue y repliegue y adaptable a cualquier circunstancia. Es por esto que en este trabajo se analiza el diseño, construcción y posterior análisis de los resultados obtenidos, de un sensor de tráfico vehicular basado en medición de presión de aire. El sistema consiste en una manguera de plástico flexible que se tiende sobre la calle o ruta sobre la cual se quiere realizar la medición, con una punta tapada y otra punta conectada a un sensor de presión de aire, controlado mediante Arduino. Los vehículos pasan sobre la manguera y aumentan la presión en la misma, lo que hace que el sensor detecte picos de presión. Los datos generados por el sensor se guardan en una computadora conectada al Arduino. La implementación del sistema y posterior análisis de los datos conseguidos (comparados con un registro realizado mediante inspección visual, utilizado como control) reveló que:

- El 90 % del tráfico fue detectado por el sistema.
- Los vehículos no detectados fueron motos y bicicletas (se sugiere una mejora en el análisis de datos para distinguir a estos vehículos del ruido generado por variaciones de la presión ambiental u otros factores).
- El análisis de datos permite inferir el porte o peso del vehículo dependiendo del alto del pico de presión generado (los colectivos y camiones generaron picos mucho más altos que las camionetas, que a su vez generaron picos mucho más altos que los autos).
- El análisis de datos permite, en ciertos casos, contar el número de ejes en un vehículo a partir del número de picos de presión generados por el vehículo (siempre y cuando la velocidad del vehículo haya sido relativamente baja).

017. Estudio de la fotorrespuesta UV de películas delgadas de ZnO con nanopartículas de Ag

Perillo Patricia María¹, Rodríguez Daniel Fabián¹

¹ Instituto de Nanociencia y Nanotecnología (INN), Centro Atómico Constituyentes (CAC), Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA)

Las películas de ZnO han atraído una creciente atracción debido a su amplia perspectiva de aplicación en campos optoelectrónicos. Una forma simple y efectiva de lograr una mejora en el rendimiento de los fotodetectores UV basados en ZnO es realizar un recubrimiento con diferentes elementos, como ser Mg [1], Sn [2], Al [3] y Au [4]. En el presente trabajo se estudió la influencia de la incorporación de Ag en la fotorrespuesta. Las películas de ZnO se sintetizaron por deposición de baño químico (CBD) [5] y posteriormente mediante electrodeposición se recubrieron con nanopartículas de Ag [6]. Posteriormente se realizaron diferentes tratamientos térmicos. La estructura, morfología de la superficie y las propiedades ópticas se analizaron mediante difracción de rayos X, microscopía electrónica de barrido (SEM) y elipsometría espectroscópica. La fotorrespuesta de las películas se analizó con iluminación LED UV de longitud de onda de 395 nm. Los resultados indicaron que la incorporación de nanopartículas de Ag tiene un impacto significativo en las propiedades ópticas. Ajustando el tiempo de electrodeposición fue posible mejorar los tiempos de fotorrespuesta y sensibilidad de la película de ZnO.

[1] N. Kumar, A. Srivastava, J. Alloys Compd., 735 (2018), pp. 312-318.

[2] S. K. Mishra, S. Bayan, R. Shankar, P. Chakraborty, K. Rajneesh, Srivastava. Sensor Actuator Phys., 211 (2014), pp. 8-14

[3] D. Thomas, K. Kumar Sadasivuni, S. Waseem, B. Kumar, J. Cabibihan. Microsyst. Technol., 24 (2018), pp. 3069-3073.

[4] A. Kumar, T. Dixit, I.A. Palani, D. Nakamura, M. Higashihata, V. Singh. Physica E, 93 (2017), pp. 97-104.

[5] Z. Zheng, J. Lin, X. Song, Z. Lin, Chem. Phys. Lett., V. 712, (2018), pp. 155-159.

[6] P. Qiao, X. Wang, M. Dai, R. Piao, H. Liu, W. Wang, Y. Wang, H. Song, Mat. Lett., V. 359 (2024)135923.

018. Sensores micro mecánicos basados en AlGaAs

Prado Ayelen¹, Perez Morelo Diego², Salazar Leonardo², Pastoriza Hernan²

¹ Instituto Balseiro (IB), Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), (8400) Bariloche, Río Negro, Argentina

² Instituto Balseiro (IB), Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), (8400) Bariloche, Río Negro, Argentina

Desde 2018, se encuentra operativo en la sala limpia del Centro Atómico Bariloche un equipo de crecimiento por epitaxia de haces moleculares (MBE), el cual permite la fabricación de heteroestructuras epitaxiales semiconductoras del grupo III-V. En particular, las aleaciones de $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ son de interés, dado que al variar la cantidad de aluminio en la estructura se modula también el ancho del *band gap* y, por ende, las propiedades ópticas y eléctricas del material. Además, es posible crecer capas con dopaje tipo n (Si) o p (Be), lo cual posibilita la fabricación de diodos, celdas solares, láseres de cascada cuántica (QCLs), entre otros. Actualmente, uno de los principales proyectos relacionados con el MBE es la fabricación de sensores basados en resonadores microelectromecánicos (MEMS). Estos dispositivos permiten la detección de perturbaciones externas, tales como cambios en presión, temperatura o incidencia de luz, mediante variaciones en las características mecánicas del sistema, como la frecuencia de resonancia o el factor de calidad (Q). En este trabajo presentamos los avances realizados en el proceso de micro fabricación y caracterización, un proceso que involucra la optimización de varias etapas: litografías, ataques químicos, evaporación de contactos óhmicos y la liberación de las estructuras móviles. Por otro lado, dado que en el futuro planeamos desarrollar un sistema opto-mecánico integrando un Reflector de Bragg Distribuido (DBR) al resonador, estudiamos particularmente el efecto producido sobre estas microestructuras de $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ al ser iluminadas con luz láser de distintas longitudes de onda e intensidades.

019. Aplicación de procesos de devulcanización y reciclado de caucho y estudio de propiedades estructurales de los productos obtenidos

Battiston Luca¹, Romero Marcelo², Limandri Silvina³, Galvan Victor³

¹ Universidad Nacional de Córdoba

² Instituto de Investigación y Desarrollo en Ingeniería de Procesos y Química Aplicada - IPQA (CONICET-UNC), Córdoba, Argentina.

³ Instituto de Física Enrique Gaviola - IFEG (CONICET-UNC), Córdoba, Argentina.

La contaminación ambiental reduce significativamente el hábitat y la expectativa de vida de los seres vivos, subrayando la necesidad de reutilizar los materiales que contribuyen a la degradación del entorno. El reciclaje surge como una estrategia clave para mitigar estos impactos, transformando productos desechados en recursos útiles. Entre estos materiales, el caucho destaca por su uso extensivo en el sector del transporte y su largo tiempo de degradación, que supera los 500 años. Esta característica, combinada con su acumulación masiva y potencial para generar contaminación, hace crucial su reciclaje. Actualmente, aunque un porcentaje reducido de materiales elastoméricos es reciclado, su uso se limita mayormente a rellenos en materiales estructurales, dado que no se ha logrado completamente que la incorporación de caucho reciclado mantenga las propiedades del caucho virgen.

En este estudio, analizamos los métodos actuales de reciclaje de este material, incluyendo la incorporación de fibras de caucho reciclado en la fabricación de nuevos productos elastoméricos. Preparamos muestras que integran fibras usadas con diversas morfologías y sometidas a diferentes tratamientos de modificación superficial y evaluamos las propiedades mecánicas y estructurales de los productos resultantes[1]. Además, reproducimos procesos existentes para la devulcanización, un método crucial para la reutilización efectiva del caucho [2].

[1] Xiao Z. et al. *Cleaner Materials* 5 (2022) 100115.

[2] Marckl E. et al. *Materials* 13 (2020) 1246.

020. Soldadura por difusión en aceros inoxidable austeníticos - relación entre la microestructura y las propiedades mecánicas

Di Luozzo Nicolás¹, Fontana Marcelo¹, Gimmi Federico², Sergi Federico²

¹ Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires (FIUBA), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Instituto de Tecnologías y Ciencias de la Ingeniería "Hilario Fernández Long" (INTECIN)

² Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires (FIUBA)

El proceso de soldadura por difusión mediante una fase líquida transitoria (transient liquid phase bonding, TLPB) se caracteriza por la utilización de material de aporte - una fina lámina - a diferencia de las soldaduras por difusión de estado sólido (solid state diffusion bonding). Las soldaduras TLPB se llevan a cabo colocando entre las piezas a soldar el material de aporte - con un punto de fusión (T_a) inferior al del metal base (T_b). El conjunto es calentado, con la aplicación de presión P , a la temperatura de proceso T_p , intermedia entre T_a y T_b ($T_a < T_p < T_b$). Durante el tiempo de permanencia del conjunto a T_p (t_p), una rápida interdifusión de los elementos aleantes ocurre entre la lámina, ya líquida, y el metal base. Este proceso difusivo produce un cambio en la composición química en el líquido, lo que ocasiona su solidificación y por consiguiente la soldadura entre ambas piezas. Con una apropiada selección de las condiciones de presión y temperatura, es posible solidificar la totalidad de la brecha líquida a T_p durante t_p , es decir, isotérmicamente. En este estudio de soldaduras TLPB, se utilizó acero inoxidable austenítico Grado 304L como metal base, y cintas metálicas

amorfos Metglas SA1 (Fe-5Si-3B, wt. %) como material de aporte.

En relación con la microestructura de las soldaduras, se estudió tanto de la junta como del material base. En lo referente a las variables de proceso, las Tp utilizadas fueron de 1225, 1250 y 1300°C para unas P de 3, 5, y 7 MPa, respectivamente. En todos los casos, tp fue de 11 min. Tanto en el metal base como en la junta, en todos los casos se pudo distinguir - además de la austenita - la formación de ferrita delta y de precipitados producto de la transformación de esta última. Estos precipitados pueden ser carburos que se forman a partir del C en toda la pieza, o boruros - a partir del B del material de aporte en la junta.

En el caso particular de la microestructura de la junta, se pudo determinar dos casos extremos. Para una Tp de 1225°C y P de 3 MPa se observó la mayor cantidad de precipitados, con una traza de ferrita delta a lo largo del semiespesor de la junta. Por otro lado, para una Tp de 1300°C y P de 7 MPa se observa la formación de ferrita delta de forma prácticamente continua a lo largo del semiespesor de la junta.

A su vez, y en relación con las propiedades mecánicas, probetas tanto del metal base como de las soldaduras en las condiciones anteriormente indicadas fueron sometidas a ensayos de tracción y flexión - con un ángulo de flexión de 180°. En ensayos de tracción, el metal base alcanzó una resistencia a la tracción (ultimate tensile strength, UTS) de 700 MPa, mientras las soldaduras TLPB alcanzaron una UTS de al menos 92% del metal base. En todos los casos, la falla se produjo fuera de la junta. En lo referente a los ensayos de flexión, todas las probetas - metal base y soldaduras TLPB - alcanzaron una elongación en la fibra exterior del 20% sin observarse defectos.

021. Deshidratación de arándanos con técnicas de vacío

Gómez Marigliano Ana Clelia^{2, 1}, Donaire Pereyra Florencia Yazmín¹, Vega Caro Maria Ailen¹, Córdoba Facundo Manuel¹, Valenzuela Américo David¹

¹ Departamento de Física. FACET/UNT

² INFNOA /UNT-CONICET

Es un anhelo muy importante de la humanidad optimizar la conservación de alimentos para el consumo humano. En este trabajo se propone un método para obtener arándanos deshidratados en los que no se modifique la cantidad de antioxidantes. La deshidratación es con vacío a temperaturas ambiente. Luego de varias pruebas pilotos se obtuvo las condiciones óptimas de presión y temperatura para el proceso. Con la temperatura de (30±5) C y presión (12±1) mbar y una duración de seis horas se consigue frutos deshidratados con una reducción de la masa del fruto en 78

022. Desarrollo de un equipo clínico multi-canal para el diagnóstico de infecciones

Presti Damián¹, Marchesano Lucas², Della Salda Raúl³, Ripoll Lucas², Bilen Marcos², Torchia Gustavo³

¹ Universidad Nacional de Quilmes (UNQ), Departamento de Ciencia y Tecnología

² Universidad Nacional de Quilmes (UNQ), Laboratorio de Ingeniería Genética y Biología Celular y Molecular

³ Centro de Investigaciones Ópticas (CIOP)

En la actualidad, existen diversas técnicas de diagnóstico clínico de infecciones. Durante la última pandemia causada por el Sars-CoV-2 quedó expuesta la importancia y necesidad de sistemas de diagnóstico rápidos, económicos y accesibles. Ya que estos son herramientas fundamentales en la prevención y el abordaje de enfermedades. Así, los dispositivos para pruebas de laboratorio en el lugar de asistencia, PoCT (de las siglas en inglés: Point Of Care Testing) surgen como una alternativa con el potencial de democratizar el acceso al diagnóstico de enfermedades infecciosas.

Muchas de las técnicas de diagnóstico clínico más utilizadas basan su determinación en técnicas ópticas, mayormente colorimétricas y fluorescentes. Estos tipos de determinaciones están ganando amplia atención como herramientas no destructivas, siendo capaces de dar una respuesta in situ y en tiempo real. Específicamente, nos centraremos en el desarrollo de un instrumento PoCT multi-canal, que sea capaz de realizar el ciclo completo de amplificación molecular y detección para determinaciones fluorescentes.

Para realizar un proceso completo de determinación de infecciones, el equipo posee tres características principales. Primero un sistema de control térmico donde se alojan las muestras y posibilita el ciclo de amplificación molecular. En segundo lugar, un sistema óptico de interrogación fluorescente; el mismo analiza los cambios de luminiscencia durante todo el proceso térmico. Por último, un sistema electrónico de análisis y comunicación de datos; el cual controla las variables e interactúa con el usuario tanto en la configuración, como en la visualización de los resultados.

El principio biológico del desarrollo se basa en el diseño de una metodología que permita identificar la presencia de una secuencia específica del genoma del patógeno a detectar. En particular, utilizamos la tecnología de amplificación denominada ELA (de las siglas en inglés: Easy Loop Amplification) acoplada a un sistema de revelado fluorescente. Esta metodología ya se ha utilizado previamente por el grupo de trabajo en versiones prototipo anteriores [1-3].

El presente trabajo busca abrir paso a sistemas de diagnóstico PoCT de fabricación y distribución nacional. Siendo dispositivos que permitan dar un diagnóstico inmediato en centros de baja complejidad, disminuyendo costos, agilizando el análisis y por sobre todo, aumentando considerablemente los niveles de confianza de los diagnósticos.

[1] Presti, D. A., Bergier, J., Valdiviezo, J. M., Bilen, M., and Torchia, G. A., "Development and construction of a point

of care device for application to molecular diagnostics,” in [Molecular and Nano Machines IV], Sekkat, Z. and Omatsu, T., eds., 11812, 18 – 25, International Society for Optics and Photonics, SPIE (2021).

[2] Presti, D., Bergier, J., Ripoll, L., Borio, C., Torchia, G. A., and Bilén, M., “Point-of-care real-time dna detection device for sars-cov-2 from clinical samples,” *Journal of the Optical Society of America A* 40 (2023).

[3] Presti, D., Bergier, J., Ripoll, L., Borio, C., Bilén, M., and Torchia, G. A., “Advances in the development and manufacture of biophotonic devices (point of care) with application to molecular diagnosis,” *Optica Pura y Aplicada* 56, 51128 (2023).

023. Estudio de líquidos confinados en rocas sedimentarias mediante Resonancia Magnética Nuclear

Díaz Marull Patricio¹, Dilewski Facundo Gabriel¹, Garro Linck Yamila^{1 2}, Velasco Manuel Isaac^{1 2}, Acosta Rodolfo Hector^{1 2}

¹ Universidad Nacional de Córdoba (UNC), Facultad de Matemática Astronomía, Física y Computación (FAMAF)

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Instituto de Física Enrique Gaviola (IFEG)

La resonancia magnética nuclear (RMN) es una metodología no destructiva, no invasiva y capaz de monitorear la señal de resonancia de los átomos presentes en el líquido contenido dentro de un medio poroso. De esta manera, se pueden inferir propiedades estructurales de la matriz sin el agregado de sondas o sustancias auxiliares. Esto permite, en principio, realizar estudios in-situ. Existe un gran desarrollo en las metodologías de RMN dedicadas al estudio de sistemas porosos. Esto se debe a la gran cantidad de información que puede obtenerse, y a la versatilidad en las aplicaciones. Entre los tipos de experimentos posibles, los experimentos de relajación permiten determinar distribuciones de tamaños de poros [1], monitorear la interacción líquido-superficie [2], procesos de intercambio molecular [3], determinar la energía de absorción [4], mojabilidad [5], movilidad, permeabilidad [6] y conectividad [7].

En el presente trabajo se estudió la dinámica de líquidos confinados en sistemas mesoporosos inorgánicos naturales. A diferencia de estudios sobre sistemas porosos modelos como esferas de vidrio, estos sistemas son rocas de tipo sedimentarias, presentes en yacimientos de petróleo reales. Según sus características geológicas, estas rocas pueden presentar porosidades de diferentes tamaños, lo que impacta directamente en la estrategia de explotación y producción. Mediante experimentos de relajación transversal y longitudinal, se logró determinar la distribución de tamaños de poro de diferentes rocas modelo. La distribución de los tiempos de relajación T_1 o T_2 puede dar información sobre el tamaño y la conectividad de los poros en la roca. Poros más pequeños y confinados tienen tiempos de relajación más cortos, mientras que poros más grandes tienen tiempos más largos. Se estudiaron los sistemas embebidos en agua y petróleo, y se caracterizó la interacción líquido-matriz. Dado que el petróleo empleado tiene diferentes composiciones, se evaluó los cambios en la interacción líquido matriz causados por la presencia de parafinas. El uso combinado de los tiempos de relajación T_1 y T_2 en RMN proporciona información detallada de las propiedades físicas y químicas de las rocas sedimentarias, crucial para la exploración y producción de recursos geológicos.

Referencias

[1] Song Y. Using internal magnetic fields to obtain pore size distributions of porous media. *Concepts Magn Reson Part A* 2003;18A:97–110.

[2] Kleinberg RL, Kenyon WE, Mitra PP. Mechanism of NMR Relaxation of Fluids in Rock. *J Magn Reson Ser A* 1994;108:206–14.

[3] Burgos MI, Velasco MI, Acosta RH, Perillo MA. Environmental Topology and Water Availability Modulates the Catalytic Activity of β -Galactosidase Entrapped in a Nanoporous Silicate Matrix. *Sci Rep* 2016;6:36593.

[4] Velasco MI, Franzoni MB, Franceschini EA, Gonzalez Solveyra E, Scherlis D, Acosta RH, et al. Water Confined in Mesoporous TiO₂ Aerosols: Insights from NMR Experiments and Molecular Dynamics Simulations. *J Phys Chem C* 2017;121:7533–41.

[5] Silletta E V., Vila GS, Domené EA, Velasco MI, Bedini PC, Garro-Linck Y, et al. Organic matter detection in shale reservoirs using a novel pulse sequence for T_1 - T_2 relaxation maps at 2 MHz. *Fuel* 2022;312.

[6] Brown RJS, Fantazzini P, Kimmich R, Willis SA, Stait-Gardner T, Torres AM, et al. *Diffusion NMR of Confined Systems: Fluid Transport in Porous Solids and Heterogeneous Materials*. Cambridge: Royal Society of Chemistry; 2016.

[7] Chevallier-Boutell IJ, Monti GA, Corti H, Olmos-Asar JA, Franzoni MB, Acosta RH. Non-negligible interactions of alkanes with silica mesopores affect self-diffusivity: Insights from first-principles calculations. *Microporous Mesoporous Mater* 2021;326:111315.

024. Estructuración y caracterización de gases bidimensionales para la medición de efecto Hall cuántico.

Nannini Albano^{2 4 3 1}, Salazar Alarcon Leonardo^{2 4 3 1}

¹ Instituto Balseiro (IB)

² Instituto de Nanociencia y Nanotecnología (INN)

³ Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA)

⁴ Universidad Nacional de Cuyo (UNCuyo)

Aplicando métodos de microfabricación desde sus etapas más básicas, se realizó un proceso de estructuración de muestras de semiconductores III-V crecidas por *Molecular Beam Epitaxy*, específicamente capas semiconductoras dopadas tipo N y gases bidimensionales de electrones. Gracias a la colaboración entre investigadores de la Universidad de Regensburg en Alemania y el Centro Atómico Bariloche se obtuvieron muestras de altísima calidad para probar métodos de fabricación evitando problemas inherentes al crecimiento de los gases 2D aún difíciles de fabricar localmente. Por la relevancia tecnológica de este tipo de dispositivos en el área de tecnologías cuánticas, se decidió dar los primeros pasos en conjunto con CNEA en Buenos Aires (CAC) y el INTI. Una aplicación directa es la obtención de un patrón de calibración nacional de resistencia eléctrica basado en constantes fundamentales. El resultado más importante se observó en la muestra de gas 2D tipo pozo cuadrado donde se pudo medir la cuantización de la resistencia Hall. Las mediciones se realizaron mediante barridos de campo magnético desde -7 a 7 T y temperaturas promedio de 15 mK. Es la primera vez que se observa este efecto en el ámbito local (CAB).

025. Deposición electroforética de tintas de C para confección de patrones de calibración

Villamayor Julián¹, Villarreal Javier¹, Jan Emiliano², Zaldivar Escola Facundo^{3 2}

¹ Universidad de Buenos Aires (UBA), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN), Departamento de Física

² Universidad de Buenos Aires (UBA), Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires (FIUBA), Laboratorio de Haces Dirigidos

³ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

El estudio de suciedad superficial es de fundamental importancia para los procesos de manufactura contemporáneos. Esto es particularmente relevante para la industria siderúrgica, donde el acero de tipo automotriz tiene requerimientos de calidad estrictos para su utilización. Hay entonces motivaciones para poder caracterizar la suciedad superficial de chapas de acero inoxidable en planta, impulsando a desarrollar aplicaciones tecnológicas basadas en ablación láser. Mediante la incidencia de pulsos láser sobre la chapa es posible ablacionar la misma y mediante la señal obtenida inferir cualitativamente el grado de suciedad superficial. Esta tecnología ya ha logrado ser aplicada [1-2].

Sin embargo, una caracterización cuantitativa de la composición de la suciedad superficial permitiría la localización de fallas en el proceso productivo, reduciendo desperdicios y costos. Estos compuestos son en su mayoría carbono (C), proveniente de residuos de procesos de limpieza, y hierro (Fe) proveniente en su mayoría del desgaste de rodillos, cepillos o el mismo roce de la chapa de acero. Tomando la misma base de la técnica de ablación anterior, y dado que la técnica LIBS (espectroscopia de plasma inducido por láser) no es aplicable en la línea de proceso, se busca desarrollar una funcionalidad de espectroscopia selectiva, que permita cuantificar la cantidad de Fe y C en la superficie. La calibración de esta técnica, aun en desarrollo, requiere de patrones que permitan correlacionar la señal de ablación con una cantidad conocida de los materiales a medir.

El objetivo de este trabajo entra en la primera etapa de esta tarea y consiste en el diseño, construcción y caracterización de patrones de carbono sobre sustratos de acero inoxidable. Para ello se realizaron tres procesos diferentes de trabajo. Primero, se preparó una tinta coloidal de partículas de carbono que cumpla con ser estable. Segundo, se diseñó un protocolo de deposición de la tinta sobre el sustrato, a partir de la técnica de deposición electroforética, basado en la aplicación de un campo eléctrico DC en el sustrato, cuyo mecanismo de funcionamiento fue investigado. Tercero, se caracterizó la superficie de los patrones, buscando que se obtengan tres propiedades deseables para todo patrón de calibración: homogeneidad, repetibilidad y absorción a la longitud de onda de excitación.

[1] Bilmes, G.M., Martínez, O.E.: Método para la determinación de suciedad en superficies. Patent AR990627, Argentina (1999)

[2] Bilmes, G.M., Martínez, O.E., Sere, P., Orzi, D.J.O., Pignotti, A., On line photoacoustic measurement of residual dirt on steel plates. Rev. Prog. Quant. Nondestruct. Eval. AIP 20, 1944 (2001)

026. Caracterización de películas delgadas de óxidos nanoporosos: estudio de la adsorción de kriptón y vapor de agua mediante simulación molecular.

Delgado Mons Rodrigo¹, Cornette Valeria¹, Toso Juan Pablo¹, Lopez Raul¹

¹ Instituto de Física Aplicada (INFAP), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Universidad Nacional de San Luis (UNSL), Departamento de Física

El desarrollo y estudio de películas delgadas de óxidos con poros nanométricos ordenados es de gran interés debido a su amplio rango de aplicaciones. La caracterización de este tipo de materiales se lleva a cabo a partir de distintas técnicas, donde la adsorción de gases cumple un rol destacado ya que permite conocer magnitudes importantes como el área superficial o la distribución de tamaño de poro (PSD). En este contexto, la adsorción de Kriptón a 87K y de vapor de agua suele ser muy utilizada debido a su alta sensibilidad en películas cuya superficie específica es muy baja. En

este trabajo, caracterizamos una serie de muestras de films mesoporosos de sílice a partir del ajuste de las isothermas de adsorción experimentales haciendo uso de bancos de isothermas monoporo de Kriptón a 87K y de vapor de agua obtenidos por simulación de Monte Carlo en el Gran Canónico. Además, realizamos un análisis comparativo de nuestros resultados respecto de aquellos obtenidos a partir del uso de otros modelos como DFT o el modelo de Kelvin.

027. Caracterización de los canales de un μ MUX utilizando técnicas de Radio Definida por Software (SDR)

Ciccarella T A¹, Val M E¹, Salum J M^{2 4 3 5}, Fuster A E^{2 3 5}, Ferreyro L P^{2 4 3 5}, García Redondo M E^{2 4 3 5}

¹ Universidad de Buenos Aires (UBA), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN), Departamento de Física

² Instituto de Tecnologías en Detección y Astropartículas (ITeDA)

³ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

⁴ Universidad Nacional de Gral. San Martín (UNSAM)

⁵ Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA)

El proyecto internacional QUBIC (Q & U Bolometric Interferometer for Cosmology) está dedicado a explorar la era inflacionaria del Universo a través de la observación del modo de polarización B del Fondo Cósmico de Microondas (CMB, por sus siglas en inglés). Dado que la intensidad observable de esta señal es muy baja, se requiere de un instrumento extremadamente sensible capaz de leer cadenas de miles de detectores criogénicos. QUBIC es un radio-interferómetro ubicado en Altos Chorrillos, Provincia de Salta, Argentina cuyo instrumento final espera contar con dos planos focales de 1024 detectores cada uno, con el objetivo de observar el cielo en dos bandas de frecuencias centradas en 150 GHz y 220 GHz.

Durante los últimos cinco años, ITeDA ha estado desarrollando un novedoso detector de baja temperatura y su electrónica de lectura asociada como una propuesta para utilizarse en QUBIC. El detector, denominado Micro-Bolómetros Magnéticos (MMB, por sus siglas en inglés), cuenta con la ventaja de ser no-disipativo, y se estima que tiene niveles de ruido similares a los del estado del arte (alrededor de $5 \times 10^{-17} \text{ WHz}^{-1}$). El sistema de lectura propuesto es un multiplexor en frecuencia basado en Dispositivos Superconductores de Interferencia Cuántica de radiofrecuencia (rf-SQUID), conocido como μ MUX. Este multiplexor consta de canales que son resonadores superconductores sintonizados a una frecuencia única y acoplados a distintos rf-SQUIDS. Para la lectura de cada detector, que estará acoplado a un canal distinto, se requiere la generación de tonos para excitar cada canal. Para la generación, adquisición y procesamiento de los tonos, ITeDA ha diseñado una electrónica en un esquema de radio definida por software (SDR, por sus siglas en inglés).

Las características finales de los canales en un μ MUX dependen en gran medida del proceso de fabricación. Dado que las condiciones de lectura de los canales determinan las características dinámicas de los tonos de lectura y, por ende, de la señal obtenida del detector, este trabajo tiene como objetivo principal la caracterización de los canales de un μ MUX. Mediante el desarrollo de algoritmos optimizados se busca localizar cada canal del multiplexor en todo el ancho de banda de trabajo. Una vez hecho esto, a partir del modelo del resonador se realiza un ajuste de los datos para obtener los parámetros característicos del mismo, tal como la frecuencia de resonancia, el ancho de banda, los factores de calidad, entre otros. Con los datos obtenidos, se realiza un análisis del punto óptimo de lectura de los canales, enfocándose en la relación señal a ruido. Como resultado de este trabajo, se logró construir un algoritmo que hace uso de los modelos teóricos de las curvas de resonancia y obtiene los parámetros que las caracterizan, permitiendo encontrar el punto óptimo de lectura de los canales.

028. Implementación de red neuronal de convolución VGG16 en FPGA con VITIS AI

Urbano Pintos N^{1 2}, Lacomí H^{2 3}, Lavorato M¹

¹ Grupo TAMA - UTN-FRH

² División Radar Láser - CITEDEF

³ Grupo ASE - UTN-FRH

En trabajo presente se entrena una red VGG16 [1] con el conjunto de datos CIFAR-10 utilizando un modelo preentrenado. El modelo se cuantiza a 8 bits [2] y se implementa en una placa FPGA Kria KV260 [3]. Se analizan los resultados y se comparan con las inferencias realizadas en CPU y GPU. La red VGG16 se encuentra preentrenada con el conjunto de datos ImageNet, y se utilizó la técnica de transfer learning[4], congelando los parámetros de las capas de extracción de características y reentrenando solo las capas de clasificación. La última capa de clasificación se adaptó para las 10 clases del conjunto de datos CIFAR-10. El modelo fue reentrenado en una GPU durante cinco épocas, lo cual tomó aproximadamente 25 minutos. El proceso de cuantización se llevó a cabo utilizando la herramienta Vitis AI [5] de AMD Xilinx, que permite reducir los requerimientos de memoria y el costo computacional. Esta herramienta proporciona un entorno integral para la implementación de redes neuronales en FPGA. La placa de desarrollo de FPGA Kria KV260, que incluye un procesador Zynq UltraScale+ MPSoC, se utilizó para la implementación final. Este dispositivo combina un procesador ARM Cortex-A72 con una unidad de procesamiento de vectores (DPU) [6] dedicada para la inferencia de IA. Para la cuantización del modelo, se utilizó la biblioteca nndct, que permite calibrar y evaluar la cuantización de los parámetros de la red. Posteriormente, se compiló el modelo cuantizado para generar los archivos de extensión xmodel necesarios para la ejecución en la DPU de la placa Kria KV260. Finalmente, se codificó una aplicación en Python para realizar las inferencias y evaluar el desempeño del

modelo cuantizado en términos de precisión y velocidad de procesamiento. Los resultados muestran que, aunque las FPGA pueden tener un rendimiento inferior en términos de FPS en comparación con las GPU's, ofrecen ventajas significativas en términos de costo y consumo de energía. Esto las hace adecuadas para aplicaciones donde se requiere ejecutar inferencias in situ, sin necesidad de grandes recursos informáticos o conexión a un servidor.

Referencias

- [1] K. Simonyan and A. Zisserman, Very deep convolutional networks for large-scale image recognition, arXiv preprint arXiv:1409.1556, 2014.
- [2] R. Krishnamoorthi, Quantizing deep convolutional networks for efficient inference: A whitepaper, arXiv preprint arXiv:1806.08342, 2018.
- [3] Xilinx, Kria KV260 Vision AI Starter Kit, 2021. [Online]. Available: <https://www.amd.com/en/products/system-on-modules/kria/k26/kv260-vision-starter-kit.html>.
- [4] F. Zhuang, Z. Qi, K. Duan, D. Xi, Y. Zhu, H. Zhu, H. Xiong, and Q. He, A Comprehensive Survey on Transfer Learning, arXiv preprint arXiv:1911.02685, 2020. [Online]. Available: <https://arxiv.org/abs/1911.02685>.
- [5] Xilinx, Vitis ai adaptable and real-time ai inference acceleration, 2022. [Online]. Available: <https://github.com/Xilinx/Vitis-AI>.
- [6] Xilinx, Dpuczd8g for zynq ultrascale+ mpsocs product guide (pg338), 2023. [Online]. Available: <https://docs.xilinx.com/r/en-US/pg338-dpu/Core-Overview>.

029. Localización eficiente de blancos múltiples mediante el filtrado geométrico de datos en sistemas de radar pasivo multistático

Melon Fuksman David¹, Almeida Nahuel¹, Cabrera Morrone Octavio¹

¹ RAXAR SRL

En este trabajo presentamos una técnica novedosa para aumentar la eficiencia de los algoritmos de localización en sistemas de radar pasivo multistático. Nuestro método consiste en filtrar los datos que caen fuera del espacio de mediciones de rango bistático factibles, utilizando restricciones geométricas fáciles de implementar. Esta estrategia elimina exitosamente mediciones defectuosas en escenarios de un solo objetivo sin comprometer la precisión de la localización. En escenarios de blancos múltiples proporciona un aumento significativo de velocidad de cómputo, incrementando con el número de blancos, sin sacrificar la precisión de la localización. Esto hace que el método de filtrado sea particularmente ventajoso para aplicaciones en tiempo real con muchos blancos observados simultáneamente. Respalamos nuestros resultados con simulaciones extensivas, incluyendo diferentes configuraciones multistáticas y discutimos el rendimiento del filtro en un radar pasivo basado en DVB-T.

030. Evaluación sonora de un aula de grandes dimensiones en la Facultad de Ciencias Exactas de la UNT

Gómez Marigliano Ana Clelia¹, Vázquez Juan Pablo¹, Díaz Walter Omar¹

¹ Departamento de Física. FACET/UNT - INFNOA /UNT-CONICET

Se realizó una medición de las propiedades sonoras del aula del Departamento de Estructuras de la FACET de grandes dimensiones. Los responsables del dictado de clases manifestaron que poseen dificultades tanto para el dictado de las mismas como para la reproducción de música dado que allí también se realizan actos protocolares. Se midió el nivel de presión sonora a diferentes frecuencias y se realizó el mapa sonoro correspondiente. Se midió experimentalmente y se calculó con el método de Sabine y de Eyring el tiempo de reverberación. También se realizó una propuesta de solución viable para esta situación.

031. Entropía configuracional en el dimensionamiento del tamaño de lote de pedidos

Mieras M M¹, Tobares T D¹, Achetoni M¹, Sanchez Varretti F O^{1 2}, Ramirez Pastor A J²

¹ Universidad Tecnológica Nacional (UTN)

² Instituto de Física Aplicada (INFAP)

La necesidad de las empresas de reducir costos y aumentar sus ganancias ha llevado a enfatizar en las actividades logísticas para lograr estos objetivos. En particular, la planificación de las operaciones y el dimensionamiento del tamaño de lotes son temas para cumplir con estos requerimientos. También es conocido el efecto del agrupamiento tanto de las tareas como de los procesos, así como de los sistemas físicos y naturales; donde las combinaciones posibles de ordenamientos de los elementos que los componen son de crucial importancia. En este contexto, es interesante investigar el comportamiento de los tamaños de los grupos de pedidos formados para satisfacer las necesidades del sistema. Analizando cuál es la estrategia óptima para cumplir con el abastecimiento de materia prima e insumos. Tenemos como objetivo plantear un

modelo teórico mediante un sistema mecánico estadístico que permita el estudio de los tamaños de lotes de pedidos. La metodología empleada está basada en el modelo de gas de red unidimensional con interacciones laterales, el cual es isomorfo al dimensionamiento de lotes de pedidos, por lo que es una herramienta válida de optimización. También el estudio de la entropía configuracional de los tamaños de pedidos es de suma importancia en el dimensionamiento de lotes de pedidos. El cálculo de los costos asociados a los estados más probables de cada agrupamiento permitirá determinar el tamaño óptimo de los mismos. Mediante simulación computacional validaremos el modelo propuesto.

032. Propiedades Mecánicas de Pd FCC con H

Crespo Eduardo Ariel^{1, 2}, González Juan Manuel¹, Orozco Mirtha Azucena^{3, 1}, Rodríguez Diego Emilio¹, Shell Gabriela Adelina¹, Quevedo Sol Agustina^{3, 1}

¹ Facultad Regional Neuquén FRN UTN

² Departamento de Física, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional del Comahue

³ Instituto de Investigaciones en Tecnologías y Ciencias de la Ingeniería CONICET Universidad Nacional del Comahue

Es bien sabido que el paladio (Pd) puede sufrir un proceso de absorción reversible de hidrógeno (H) lo que lo convierte en un material sensor y de almacenamiento ampliamente utilizado. Tras la exposición del Pd al H₂ gaseoso, tiene lugar la adsorción de moléculas de H₂ y la posterior disociación y difusión de átomos de H a lo largo de los límites de los granos. La difusión de H en la matriz de Pd hace que la red cristalina se expanda y experimente una transición de fase que involucra un cambio discontinuo del parámetro de red, desde un valor de 3.88 Å en una fase con poco contenido de H, a 4.02 Å en la fase hidruro. En este trabajo se realizan simulaciones de dinámica molecular LAMMPS con potenciales del tipo átomo embebido de Zhou sobre Pd FCC con H de 200 a 600K de temperatura. Se calculan isoterms de absorción de H. Se simulan ensayos de tracción deformación sobre los ejes [111] y [001] a 300K, y se estudia como la presencia de H altera las propiedades mecánicas del material. Se calculan módulos de Young y puntos de fluencias para concentraciones atómicas de H de 0.00, 0.10, 0.23, y 0.40. Se estudia el movimiento de dislocaciones durante la deformación. El objetivo de este trabajo es compararlo con cálculos similares realizados por nuestro grupo en nanocables de Pd hidrogenados.

033. Adsorción de especies gaseosas de arsénico sobre TiO₂ anatasa. Estudio teórico

Fuente Silvia Andrea^{1, 2}, Morgade Cecilia Ines Nora^{1, 3, 2}, Meier Lorena Alejandra¹, Cabeza Gabriela Fernanda^{1, 3}

¹ Instituto de Física del Sur (IFISur), Universidad Nacional del Sur- CONICET

² Universidad Tecnológica Nacional (UTN), Facultad Regional de Baha Blanca (FRBB)

³ Universidad Nacional del Sur (UNS), Departamento de Física

La contaminación por arsénico (As) es una de las formas más graves de contaminación ambiental. Existe a nuestro entender amplia literatura de estudios de remediación de aguas con arsénico, no asimismo de remoción del contaminante en fase gaseosa. Actividades humanas como la minería, la metalurgia, la quema de combustibles fósiles y el uso de ciertos agroquímicos generan presencia de especies de arsénico en el aire. Asimismo, procesos naturales como erupciones volcánicas, fumarolas o presencia de manantiales termales contribuyen a la presencia del metaloide en fase gaseosa [1]. Dentro de las tecnologías para la remoción se encuentran procesos basados en intercambios iónicos, adsorción, de membrana, electrocinéticos, electrocoagulación, precipitación, fitorremediación, entre otros; la mayoría procesos en fase acuosa tal como advertimos previamente [2]. Siendo la adsorción en general de menor costo, mayor simplicidad y de mayor eficiencia la finalidad de este trabajo es realizar un estudio teórico en condiciones de potencial isoeléctrico para establecer valores de afinidad y transferencia electrónica de compuestos de arsénico sobre la superficie estequiométricas TiO₂(101) anatasa. Se estudiaron bajo la teoría de la densidad funcional (DFT) y utilizando el paquete software VASP [3] átomos de arsénico aislados (1As, 2As y 4As), óxido arsenioso (As₂O₃) y arsénico (As₂O₅), así como también los ácidos, arsenioso (H₃AsO₃) y arsénico (H₃AsO₄) sobre la superficie TiO₂(101). Del estudio de la adsorción de átomos aislados de As se evidencia una mayor atracción por el dímero quien a su vez exhibe disociación por ruptura del enlace As-As y formación de enlaces As-O con átomos de la superficie del catalizador. Con respecto a la afinidad por los óxidos se observa una mayor afinidad por el óxido de mayor estado de oxidación, así como la transferencia de electrones del óxido de arsénico +3 a la superficie y su transformación en óxido de arsénico +5. Ésta oxidación del compuesto de menor valencia es interesante ya que el mismo presenta mayor toxicidad. Con respecto a la adsorción de las formas ácidas se evidencia disociación de la molécula H₃AsO₃ en forma espontánea, con la pérdida de un H. Este comportamiento resulta llamativo ya que para las mismas especies ácidas en presencia de agua el comportamiento es opuesto siendo el ácido arsénico el de mayor valor de constante ácida (Ka).

Referencias

[1] X. Wan et al, Metall. Mater. Trans. B. 54B (2023) 2747. <https://doi.org/10.1007/s11663-023-02871-9> .

[2] H. R. Hassan Environ. Pollut. Bioavailab., 35 (2023) 2165964, <https://doi.org/10.1080/26395940.2023.2165964>.

[3] G. Kresse and J. Furthmüller, Phys. Rev. B - Condens. Matter Mater. Phys. 54 (1996) 11169. <https://doi.org/10.1103/PhysRevB.54>

034. Caracterización de compuestos de biocarbon-estaño como material activo de baterías de litio

Brizuela Jerónimo^{1 2}, Otero Manuel^{3 4}, Bracamonte Maria Victoria^{1 2}

¹ Instituto de Física Enrique Gaviola (IFEG)

² Universidad Nacional de Córdoba (UNC)

³ IITEMA

⁴ Universidad Nacional de Río Cuarto (UNRC)

Existe un consenso mundial sobre la necesidad ineludible de transformar la matriz energética hacia fuentes sostenibles y renovables. El principal desafío para lograrlo es la producción intermitente de energía, requiriendo sistemas de acumulación de energía para equilibrar oferta-demanda. Las baterías de litio se presentan como la mejor opción principalmente en usos portátiles, aunque su implementación generalizada requiere un aumento significativo en su densidad energética y velocidad de carga.

En este trabajo se estudian compuestos de biocarbón y estaño como alternativa al actual ánodo de grafito, material activo del electrodo negativo. Este nuevo material triplica la capacidad teórica de almacenamiento (960 mAh/g vs. 372 mAh/g). Las limitaciones en cuanto a conducción eléctrica y estabilidad estructural del estaño son compensadas por la inclusión del biocarbón, dada su estructura porosa y alta superficie expuesta, permitiendo aprovechar su capacidad.

Los materiales se estudiaron antes y después del ciclado, buscando conectar las variaciones estructurales con el rendimiento operativo. La caracterización se realizó implementando difracción de rayos X (XRD), espectroscopia de fotoelectrones de rayos X (XPS), microscopía electrónica de barrido (SEM) y análisis termogravimétrico (TGA), entre otros. Se estudió en particular la influencia del dopaje de los biocarbones y tanto la estructura como grado de oxidación del estaño.

035. Diseño y construcción de una máquina para ensayos de fatiga según la norma ISO 14801

Battiston Luca¹, Limandri Silvina², Galvan Victor²

¹ Universidad Nacional de Córdoba (UNC)

² Instituto de Física Enrique Gaviola (IFEG), Córdoba, Argentina

La fatiga es un fenómeno relacionado con la rotura lenta de un material que se encuentra sometido a esfuerzos dinámicos y cíclicos (cuya magnitud es inferior al límite de resistencia del material). El ciclado genera y concentra tensiones y produce fisuras, las cuales evolucionan hasta terminar en grietas y, posteriormente en la rotura. En un ensayo de fatiga, se somete la pieza a una carga cíclica con una frecuencia de ensayo estipulada y se determina el número de ciclos para el cual se produce la falla. A partir de los diagramas carga cíclica vs número de ciclos de falla se extraen valores característicos que permiten, entre otras cosas determinar la vida útil del sistema [1].

En este trabajo se presenta el diseño y construcción de una máquina de ensayo de fatiga por esfuerzos electrodinámicos. El instrumento desarrollado permite registrar, para cada ciclo, además de la carga, el desplazamiento sufrido por la pieza. Gracias a esto se detecta automáticamente el momento en el que se produce la falla mediante un criterio de desplazamiento superior a un límite establecido. Se cuenta además con la posibilidad de realizar ensayos en solución.

Las características del instrumento se adecúan a la norma ISO 14801:2016 [2] que rige el ensayo de implantes dentales. Los componentes fundamentales de la máquina incluyen un servoactuador que simula las fuerzas de masticación pudiendo variar la carga con el tiempo de forma sinusoidal (frecuencia de aplicación de carga entre 2 y 15 Hz), un sistema de sujeción de acrílico, que permite fijar el implante de manera que su eje forme un ángulo de 30° con la dirección de aplicación de la carga para implantes rectos y un ángulo equivalente para pilares angulares un sistema de control y registro de datos. Se muestran los diagramas obtenidos con esta máquina para dos tipos distintos de implantes dentales y se discuten los resultados.

[1] Gherde C. et al. Materials Today: Proceedings, 43 (2021) 1117.

[2] ISO 14801:2016, Dynamic loading test for endosseous dental implants (2016).

MATERIA BLANDA (PARTE 1)

MIÉRCOLES 18 17:30 - 19:30 hs.

Sala Angelelli

036. Disipación constante en un amortiguador granular mediante la introducción de un obstáculo: estudio computacional

Schulz Ignacio¹, Madrid Marcos A.^{3 2 4}, Ferreyra M. Victoria¹¹ Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN), Universidad Nacional de La Pampa (UNLPam)² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)³ Universidad Tecnológica Nacional (UTN), Facultad Regional La Plata (FRLP)⁴ Instituto de Física de Líquidos y Sistemas Biológicos (IFLYSIB)

Los amortiguadores granulares (AG) son dispositivos pasivos simples, formados por recintos huecos rellenos parcialmente con material granular. Cuando se vinculan con un sistema vibrante, los AG disipan energía gracias a los choques inelásticos y la fricción entre las partículas del interior. Debido a su respuesta mecánica compleja en comparación con los amortiguadores viscosos tradicionales, su aplicación en la industria sigue siendo poco atrayente y muy difícil. Estudiamos, mediante simulaciones computacionales utilizando el método de elementos discretos, los efectos que produce la introducción de un obstáculo en el interior del recinto. Nos enfocamos en los cambios que se producen en la disipación producida por un AG que vibra verticalmente, para un amplio rango de aceleraciones, variando el tamaño y la posición de un obstáculo cilíndrico que atraviesa horizontalmente el recinto. Encontramos que para ciertas configuraciones, la disipación es constante como función de la aceleración, lo que resulta especialmente atractivo para su implementación en aplicaciones prácticas.

037. Hidratación de complejos rutina-ion ferroso estudiados por dinámica molecular

Corral Griselda Mónica¹, Campo Mario Guillermo¹¹ Universidad Nacional de La Pampa (UNLPam), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales-Departamento de Física

La rutina (RU) es un flavonoide glicosilado perteneciente a la familia de los flavonoles. Está formada por una molécula de quercetina unida a un azúcar complejo llamado rutinósido. Este flavonoide está ampliamente distribuido en el reino vegetal, encontrándose en diversas partes de las plantas como hojas, flores, frutos y tallos. Posee una amplia gama de actividades farmacológicas, incluyendo propiedades antioxidantes, antiinflamatorias, antimicrobianas, vasoprotectoras y antialérgicas. Estas propiedades se atribuyen en gran parte a la presencia de la quercetina, un potente antioxidante, y a la estructura glicosilada, que mejora su solubilidad y biodisponibilidad. La capacidad antioxidante de un flavonoide depende fuertemente de su estructura química. Una propiedad que contribuye a incrementar la actividad antioxidante de los flavonoides es la quelación, proceso por el cual los iones metálicos son captados por la molécula de flavonoide, lo que provoca su eliminación y/o neutralización del medio de reacción. Mediante simulaciones de dinámica molecular, se investigó la estructura y dinámica de complejos rutina-hierro en entorno acuoso. La topología del modelo para el complejo RU-Fe²⁺ se basa en el campo de fuerzas Amber99. Como solvente se usa el modelo de agua SPC/E. La distribución de cargas atómicas parciales se calcula mediante el análisis Mulliken con el módulo ESP de NWChem. Las simulaciones se realizan con GROMACS. Los flavonoides tienden a servir como donantes de hidrógeno, lo que contribuye a la formación de complejos de coordinación de metales. Con el fin de determinar la estabilidad de estos complejos se analiza la formación de estructuras hidratadas. Se determina el comportamiento de las moléculas mediante las funciones de distribución radial, números de coordinación, formación de puentes de hidrógeno y coeficiente de difusión entre otros. Se compara la hidratación de los quelatos que se forman para las diferentes maneras de desprotonación de la RU. Se analiza la estructura y dinámica de las primeras capas de solvatación del ion ferroso para cada complejo. Con el estudio de la hidratación de complejos rutina-hierro se busca aportar conocimiento para comprender su biodisponibilidad, estabilidad y potencial terapéutico, especialmente en sistemas biológicos donde el agua ocupa un rol central.

038. Condensación de contraiones en ADN: Un estudio experimental con diálisis de equilibrio y conductividad eléctrica.

Bertolotto Jorge Alberto¹, Corral Griselda Mónica¹, Sack Aimale Julián Adriel¹, Gamero Santiago Leandro¹¹ Universidad Nacional de La Pampa (UNLPam), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN)

Los efectos específicos entre iones y macromoléculas, comprenden un conjunto de fenómenos fisicoquímicos que responden a un diferente comportamiento de las macromoléculas en disoluciones de variada naturaleza salina. En este trabajo

estudiamos la interacción del ADN con los iones sodio y magnesio, con el propósito de dilucidar el mecanismo de liberación de iones Na^+ , incluidos en la capa iónica que neutraliza al ADN, por el agregado de iones Mg^{++} . Mediante la realización de diálisis de equilibrio y mediciones de conductividad eléctrica, determinamos la concentración de iones sodio libres, a partir de la cual obtenemos la densidad lineal de carga crítica del ADN para los iones sodio y magnesio. Para ello se diseñan y construyen un conjunto de celdas de diálisis y otro conjunto de cubetas para mediciones de conductividad eléctrica en un baño térmico. Según la teoría de condensación de contraiones de Manning, el agregado de iones magnesio en una solución ADN-sodio, producirá la condensación de iones magnesio y la liberación de iones sodio. Los iones Na^+ se condensan sobre la superficie del ADN y disminuyen su carga reducida, llevándola de un valor 4,2 a 1. Cuando se agrega a la muestra ADN- Na^+ iones Mg^{++} , estos últimos sustituyen a los iones Na^+ , que abandonan la región de iones condensados alrededor del ADN, transformándose en iones libres. Este proceso de liberación de iones Na^+ con el agregado de Mg^{++} continua hasta que la carga reducida del ADN disminuye a 0,5. La determinación experimental de la dependencia de la densidad lineal de carga crítica con la concentración salina y/o concentración polimérica contribuirá al desarrollo de los estudios teóricos de soluciones macromoleculares con iones. La comprensión profunda de la naturaleza de las interacciones ión-macromolécula es, por tanto, esencial en un gran número de disciplinas científico-técnicas como por ejemplo Ciencia de Polímeros, Bioquímica, Química Inorgánica, procesamiento de proteínas, Agronomía o Ciencias de la Alimentación.

039. Quelatos de quercetina- Cu^{2+} en solución acuosa

Campo Mario Guillermo¹, Corral Griselda Mónica¹

¹ Universidad Nacional de La Pampa (UNLPam)

Los flavonoides, un grupo de compuestos polifenólicos, exhiben propiedades antioxidantes en parte a través de su capacidad para quelar iones metálicos, entre ellos el Cu^{2+} . La formación de una estructura flavonoide-ión (también llamada quelato) depende de las características estructurales del flavonoide. En particular la quercetina ($\text{C}_{15}\text{H}_{10}\text{O}_7$) es un flavonoide que actúa como quelante del Cu^{2+} , el que muestra la mayor estabilidad entre los metales de transición. En general la quelación que ocurre cuando la quercetina pierde uno o más protones favoreciendo la interacción con el ión. En este trabajo estudiamos, usando dinámica molecular, estructuras de quelatos quercetina- Cu^{2+} en un medio acuoso, describiendo las principales características que las diferencian de la molécula original, tanto estructurales como dinámicas. Hemos analizado el comportamiento de las moléculas e iones mediante el estudio de las funciones de distribución radial, formación de puentes de hidrógeno, coeficientes de difusión, tiempos de vida medios de estructuras de agua, entre otros.

040. Estudio comparativo de la hidratación de iones alcalinos y alcalinotérreos en solución acuosa.

Díaz Torres Francisco Manuel¹, Delorenzi Tomás¹, Corral Griselda Mónica¹, Campo Mario Guillermo¹

¹ Universidad Nacional de La Pampa (UNLPam), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

En este trabajo presentamos el estudio de la hidratación de iones de metales alcalinos y alcalinotérreos. Estos iones cumplen roles indispensables en procesos que aseguran el funcionamiento de los organismos vivos. Dado que éstos coexisten en varios compartimentos biológicos con diferentes concentraciones relativas en solución acuosa, en este trabajo estudiamos diferentes relaciones de concentración entre ellos. Realizamos simulaciones de dinámica molecular clásica con el programa GROMACS. Empleamos el campo de fuerzas Amber99 y el modelo de agua SPC/E. Aplicamos protocolos estándar de preparación, estabilización y simulación. Analizamos la hidratación de los iones Na^+ , K^+ , Mg^{2+} y Ca^{2+} como función de propiedades catiónicas inherentes. Determinamos las diferencias en las propiedades de coordinación, en la estructura, en el número de capas, en la energía libre de solvatación, en el grado de orientación de los dipolos del agua en el campo iónico, para cada sistema.

041. Caracterización espectral de membranas de colágeno de interés regenerativo

Melfi A¹, Di Sarli L², Tendela L^{1 2}, Ávalos M^{1 2}, Mercado D F³, Ipiña A²

¹ Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura (FCEIA), Universidad Nacional de Rosario (UNR)

² Instituto de Física Rosario (IFIR), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Universidad Nacional de Rosario (UNR)

³ Universidad Nacional de Colombia-Sede Medellín

El colágeno es la base estructural de los tejidos conectivos. Esta proteína es la principal componente de la piel y ha sido ampliamente estudiada como su sustituto biológico. El colágeno Tipo-I se fabrica con fines regenerativos o constructivos en forma de almohadillas, películas y membranas. En este trabajo se presenta la caracterización de membranas de colágeno ácido-soluble producidas de manera ordenada (OC) y no ordenada (NOC). Se analizó el biomaterial por medio de espectroscopia UV-VIS, microscopía electrónica de barrido y microscopía óptica. Se observó un espaciado de aproximadamente $12\mu\text{m}$ entre las líneas paralelas de cada membrana ordenada. Las mediciones de transmitancia muestran un

punto de inflexión a 265nm representativo de la presencia de felinalanina y tirosina. Los resultados del promedio de la transmitancia alrededor de esta longitud de onda para dos series distintas de las OC fue de $0,137 \pm 0,009$, correspondiendo al 20% del valor obtenido con la serie de mediciones de las NOC. Se discuten las propiedades de estas biomembranas y las posibles implicancias del ordenamiento en el tratamiento de lesiones superficiales.

042. Producción de CO_2 de *Saccharomyces cerevisiae* en presencia de campos magnéticos: nuevos experimentos y optimización metodológica

Gonzalez Burnet, Caín Mariano¹, Baigorria, Julieta Beatriz¹, Pepe Weigel, Evelyn Celina¹, Petersen Cruceño, Franco Gustavo^{2,3}, Makinistian, Leonardo^{1,3}

¹ Universidad Nacional de San Luis (UNSL), Facultad de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales (FCFMyN), Departamento de física

² Universidad Nacional de San Luis (UNSL), Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia (FQBF), GIDACER

³ Universidad Nacional de San Luis (UNSL), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Instituto de Física Aplicada (INFAP)

La influencia de los campos magnéticos en los procesos biológicos es un área de creciente interés en la investigación científica. En un estudio previo, examinamos el efecto de estos campos sobre la levadura *Saccharomyces cerevisiae*, conocida por su uso en procesos de fermentación, ante exposiciones a un campo magnético vertical constante de 50 μ T solo, o superpuesto a campos variables de tipo senoidal y *phase-locked frequency modulated* (PLFM). Los resultados preliminares revelaron diferencias significativas en la producción de CO_2 , sugiriendo que los campos PLFM eran más efectivos que los senoidales en la estimulación de la actividad fermentativa de *S. cerevisiae*. En la presente continuación de nuestra investigación se han introducido varias mejoras a fin de profundizar en la comprensión de estos efectos. Se implementó una nueva metodología de análisis estadístico para evaluar los resultados con mayor precisión. Además, se realizó un mapeo detallado del campo magnético dentro de las bobinas triaxiales, permitiendo caracterizar de manera más precisa los campos aplicados durante los experimentos. A su vez se diseñaron tres nuevos tipos de experimentos, uno en donde se varió la relación entre las amplitudes de los campos continuo y variable (parámetro definido como ζ) entre $\zeta = 0,1$ y $\zeta = 0,9$, y otros dos en donde se modificó la frecuencia. En particular, en uno de ellos se realizó un barrido lineal en el rango de 1-1000 Hz y en el otro se varió de manera regular sobre una escala logarítmica, abarcando el rango entre 20-20000 Hz. Considerando las innovaciones metodológicas, tanto a nivel experimental como de tratamiento y análisis de los datos obtenidos en el laboratorio, obtuvimos mejoras sensibles que, sin embargo, necesitan ser perfeccionadas para reducir la variabilidad de nuestras mediciones. Y en cuanto a los nuevos tipos de experimentos realizados, abren nuevas posibilidades e interrogantes al definir un extenso espacio de variables para explorar distintos aspectos de la interacción de los campos con las levaduras.

043. Desarrollo de películas Langmuir-Blodgett de porfirinas. Generación de especies reactivas de oxígeno con aplicación en terapia fotodinámica.

Fernández Luciana¹, Cuello Antonia Emma², González López Edwin Javier², Heredia Daniel Alejandro², Otero Luis¹, Palacios Yohana Belén², Suarez Ramanzin María Belén¹, Santo Marisa Rosana¹

¹ Universidad Nacional de Río Cuarto (UNRC), Depto. de Física. Instituto de Investigaciones en Tecnologías Energéticas y Materiales Avanzados (IITEMA), CONICET/UNRC.

² Universidad Nacional de Río Cuarto (UNRC), Depto. de Química. Instituto para el Desarrollo Agroindustrial y de la Salud. (IDAS), CONICET-UNRC

Los fotosensibilizadores (FSs) son compuestos que pueden transferir su energía de excitación a otras moléculas que se comportan como desactivadores (inhibidores de fluorescencia) de la energía de excitación del FS. Se caracterizan porque en ellos la transición $S_1 \rightarrow T_1$ se produce en forma eficiente. En el estado triplete el FS, ($3FS^*$), puede reaccionar con un sustrato, tal como una biomolécula, formando radicales libres mediante transferencia de electrones o protones. Muchos de estos radicales reaccionan con oxígeno molecular generando una mezcla de especies reactivas de oxígeno (ROS) a través del mecanismo tipo I. Estos intermediarios son capaces de oxidar una amplia variedad de biomoléculas. En las reacciones tipo II, la energía de $3FS^*$ es transferida al oxígeno molecular para formar oxígeno singlete. Tanto el mecanismo tipo I, como el tipo II, pueden ocurrir simultáneamente, y la relación entre los dos procesos depende del FS, el sustrato y la naturaleza del medio. Las ROS reaccionan con una gran variedad de sustratos, como lo son la membrana plasmática, liposomas, mitocondrias, ADN, presentes en las células induciendo daños en las biomoléculas que conducen a la pérdida de la función biológica. El daño fotooxidativo que conduce a la destrucción de los sistemas biológicos por la luz en presencia de un FS y oxígeno se denomina efecto o acción fotodinámica. Existe una gran variedad de aplicación de FS con efectos biológicos muy diversos, tales como herbicidas, insecticidas, antibacterianos, antifúngicos, antivirales. Además, muchos de ellos se aplican para la fotoesterilización de agua, fluidos biológicos y sangre contaminados con organismos patógenos. En este trabajo se presenta el estudio de las propiedades fotofísicas de un nuevo FS constituido por un núcleo de porfirina funcionalizado con una cadena fluorocarbonada, para incrementar su carácter lipofílico. El espectro de absorción del macrociclo presenta las

bandas Soret (420 nm) y Q (500-700 nm), características de las porfirinas y una emisión con un rendimiento cuántico de fluorescencia de 0,05. Esta porfirina presenta alta capacidad de producción de oxígeno singlete, especie responsable de la inactivación fotodinámica. Sin embargo, los ensayos de inactivación in vitro llevados a cabo con la porfirina en solución indicaron baja actividad, debido a procesos de auto inhibición por la formación de complejos intermoleculares y a la leve afinidad de la porfirina por la membrana plasmática. Para optimizar la actividad del nuevo FS desarrollado se procedió a la generación de un film sobre un soporte sólido con el propósito de diseñar una formulación que mejore la eficiencia del compuesto activo. Para concretarlo se aplicaron las técnicas de Langmuir [2] y Langmuir Blodgett cuya aplicación permitió generar y caracterizar monocapas de porfirina pura y monocapas mixtas porfirina-acido palmítico. Se observó que la porfirina estudiada es capaz de formar monocapas estables en la interfase agua-aire en su estado puro, las cuales se transfirieron sobre vidrio con excelentes porcentajes de transferencia. No obstante, el estudio espectroscópico de tales depósitos indica que la emisión de fluorescencia se ve inhibida cuando la porfirina se encuentra en estado puro sobre el soporte sólido y este efecto se acentúa cuando el número de capas depositadas aumenta. Sin embargo, las monocapas mixtas de porfirina coesparcida con ácido palmítico presentan una buena capacidad de fotoinactivación, aun cuando se generan films de varias capas. Esto, probablemente debido a que la presencia de ácido palmítico reduce la auto inhibición de la porfirina, mejorando la capacidad fotoactiva de la película. Estos resultados nos permiten concluir que los films mixtos generados pueden proyectarse como una formulación apropiada para optimizar la capacidad para la inactivación fotodinámica del nuevo agente FS desarrollado.

[1] González López et. al., ACS Appl. Polym. Mater., 6, 7691-7704 (2024)

[2] Fernandez et. al., Heliyon, 7, 3, (2021)

044. Nadadores biomiméticos para la investigación del nado anguiliforme en la interfase aire-agua

Arcuschin Moreno Nicolas¹, Martinez Garbino Paula¹, Trejo Miguel^{1 2}, Cobelli Pablo^{1 3}, Raspa Verónica^{1 3}

¹ Universidad de Buenos Aires (UBA), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN), Departamento de Física, Ciudad Universitaria, 1428 Buenos Aires, Argentina.

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Universidad de Buenos Aires (UBA), Instituto de Física de Buenos Aires (IFIBA), Ciudad Universitaria, 1428 Buenos Aires, Argentina.

³ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Universidad de Buenos Aires (UBA), Instituto de Física Interdisciplinaria y Aplicada (ex INFIP) (INFINA), Ciudad Universitaria, 1428 Buenos Aires, Argentina.

En la naturaleza hay un amplio espectro de especies que desarrollan nado anguiliforme. En todos los casos, el nado se caracteriza tanto por la propagación de una onda mecánica a través de su cuerpo elongado y elástico, como por el desprendimiento de una estela con vorticidad alternada. Cuando el nado se desarrolla en la interfase y si las dimensiones del nadador lo permiten, la acción de la fuerza capilar complejiza la estela. Se propone un nadador artificial activado magnéticamente para investigar experimentalmente la propulsión anguiliforme en la interfase aire-agua. El nadador propuesto tiene una cabeza magnética cilíndrica (2x1 mm) y un cuerpo elongado y elástico (VPS, $E = 270$ kPa, $\phi = (1018 \pm 3)$ μm , $L = 45$ mm); a lo largo de la cual se propaga una onda generada por la activación magnética de la cabeza. La cinemática del nadador se caracterizó a través de su trayectoria, su velocidad terminal, su amplitud de oscilación y la fase existente entre la amplitud de la cola y la cabeza. Con el objetivo de comprender el rol que tiene la deformación de la interfase sobre la performance del nadador, se realizó un análisis de la estela en distintas configuraciones experimentales. En todos los casos, se utilizó la metodología de Fast Checkboard Demodulation (FCD).

045. Eco-Innovación en tu plato: Bioplásticos de mandioca y carbón para un mundo sostenible

Perez Delfina¹, Hartzstein Sol Dominique¹, Famá Lucía¹, Marquez Adriana²

¹ Universidad de Buenos Aires (UBA), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN), Laboratorio de Polímeros y Materiales Compuestos (LPyMC)

² Universidad de Buenos Aires (UBA), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN), Grupo de Tecnologías de Plasma, INFINA

Con el objetivo de mitigar los impactos negativos en el medio ambiente causados por la lenta degradación de los plásticos derivados del petróleo, el desarrollo de bioplásticos compuestos por polímeros extraídos de fuentes naturales y renovables ha sido foco de interés mundial en las últimas décadas. En particular, el almidón de mandioca, económico y de gran producción en Argentina, ha sido frecuentemente elegido como componente principal para la generación de materiales biodegradables y compostables por su capacidad para formar películas termoplásticas flexibles con excelente estabilidad térmica. Estas características convierten a los almidones termoplásticos en candidatos prometedores para el envasado de alimentos. Sin embargo, los productos derivados de este polímero presentan una alta susceptibilidad al agua, manifestada en elevados valores de humedad, mojabilidad y permeabilidad al vapor de agua, que limitan su utilidad como envase, ya que puede impactar negativamente en la calidad y vida útil de los alimentos. En este contexto, se busca incorporar películas delgadas de carbón amorfo y de carbón amorfo hidrogenado sobre bioplásticos de almidón de mandioca, de forma tal de

obtener recubrimientos con una óptima adherencia al bioplástico y que logren mejorar la resistencia a la mojabilidad y disminuir la permeabilidad al vapor de agua (WVP, por sus siglas en inglés) de los materiales de almidón. Estos recubrimientos representan menos del 1 % del material total, de modo de asegurar que su incorporación no comprometa la degradación del bioplástico. Para el desarrollo del bioplástico, se utilizó una mezcla de almidón de mandioca, glicerol, agua, ácido cítrico e hipofosfito de sodio, en proporciones 200:70:30:2:1, respectivamente. Esta fue procesada en un equipo extrusor de doble tornillo, empleando temperaturas de 60-140 grados centígrados y una velocidad de tornillo de 80 rpm. El resultado de este proceso fue un cordón bioplástico. Luego, trozos de aproximadamente 3,5 g del cordón fueron prensados con una prensa hidráulica calefaccionada para obtener films delgados (TPS). A continuación, se realizó el crecimiento de películas de carbón amorfo y carbón amorfo hidrogenado sobre los TPS mediante una deposición física en fase vapor (PVD) empleando una descarga tipo arco catódico. Se obtuvieron dos sistemas con recubrimientos de carbón amorfo (TPS-CA90 y TPS-CA150) y dos sistemas con recubrimientos de carbón amorfo hidrogenado (TPS-CH90 y TPS-CH150), correspondientes a descargas de tiempo total de 90 s y de 150 s en cada caso.

Se caracterizaron los sistemas mediante el estudio de permeabilidad al vapor de agua, utilizando la norma ASTM 96 (1996). Los resultados obtenidos mostraron que las películas con carbón amorfo y carbón amorfo hidrogenado presentan una significativa disminución de WVP en comparación con TPS, indicando una eficacia para lograr una mejora en la permeabilidad al vapor de agua de materiales a base de almidón. Además, no se observaron diferencias significativas entre los resultados registrados para sistemas con diferentes tiempos de descarga.

A partir de lo observado, se considera que la incorporación de las películas de carbono amorfo e hidrogenado es un avance económico y sostenible para encontrar posibles soluciones a la relevante problemática del desarrollo de envoltorios biodegradables. Actualmente, se está estudiando la mojabilidad al agua de diferentes materiales mediante la determinación del ángulo de contacto, con la finalidad de observar el efecto del recubrimiento en la hidrofiliidad de los bioplásticos de almidón.

1 Quintero-Borregales, L. M., Guz, L., Goyanes, S., Famá, L. *Starch*, 2023, 75, 2200190.

2 Fazio M., Manova, D., Hirsch, D., Valcheva, E., Kleiman, A., Mandl, S., Márquez, A. *Diamond and Related Materials*, 2017, 74, 173-181.

3 ASTM E96, *Standard Test Methods for Water Vapor Transmission of Materials*, 2018.

046. Simulaciones computacionales de propiedades termodinámicas y estructurales de sales fundidas

Llovera R.¹,², Pastorino C.²,³, Cantargi F.⁴

¹ *Centro de Espectrometría de Masa con Acelerador, CAE-CNEA*

² *Grupo de Teoría y Simulación en Materia Blanda, Departamento de Física de Materia Condensada, CAC-CNEA*

³ *INN-CONICET-CNEA*

⁴ *Gerencia de Área académica, CAB-CNEA*

Se realizan simulaciones computacionales Ab Initio Molecular Dynamics para determinar propiedades termodinámicas y estructurales de $MgCl_2$ líquido a temperaturas en el rango 1000-1600 K con 108 átomos. Software utilizado: VASP con pseudopotenciales GGA para Mg y Cl, en la aproximación de Born-Oppenheimer del modelo DFT. Se genera un potencial mediante Machine Learning a partir de la simulación AIMD. El interés en estas cantidades está en la aplicación de estos materiales (y sus mezclas eutécticas) tanto al desarrollo de reactores de generación IV como a los sistemas de generación de electricidad mediante energía solar concentrada.

047. Diseño de aberturas unidimensionales inatascables: un análisis matemático del problema físico

Rodríguez Juan Martín¹, Vidales Ana María²

¹ *Universidad Nacional de San Luis (UNSL), Departamento de Física, Ejército de los Andes 950, D5700HHW, San Luis, Argentina*

² *Instituto de Física Aplicada (INFAP), Universidad Nacional de San Luis (UNSL), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Ejército de los Andes 950, D5700HHW, San Luis, Argentina*

El atasco de partículas al pasar por una abertura es un problema que concierne a la física de medios granulares. En este trabajo se busca proporcionar un enfoque geométrico que permita determinar tamaños de aberturas en las que podamos asegurar que un número arbitrario de partículas, cuyos diámetros están comprendidos en un rango (a, b) , no pueden generar un atasco simple, definido como el posicionamiento de múltiples partículas en la abertura de tal manera en la que no queda ningún espacio libre, pero sin formación de arcos (es decir, suponemos que las partículas se posan sobre la abertura de forma tal que el espacio que ocupan es su diámetro).

Nos centramos en el problema unidimensional, con partículas entendidas como círculos rígidos y la abertura siendo un segmento de línea por el cual las partículas pueden pasar. A partir de esta definición, podemos trasladar el problema físico a uno matemático, en donde pensamos a las partículas como elementos pertenecientes a un intervalo (a, b) , y definimos la formación de un atasco simple como una combinación lineal con coeficientes naturales de un número arbitrario, pero

natural, de estos elementos (ya que el número de partículas en la abertura es siempre un número natural). Pensando el problema así, buscamos entonces si hay algún número que no pueda ser generado por esta combinación lineal, ya que este sería el tamaño de la abertura que consideraríamos "inatascable".

Utilizando las condiciones de contorno del problema, llegamos al siguiente resultado: Si $b < a(\frac{1}{n} + 1)$, con n el número de partículas en la abertura, existen varios tamaños de abertura que se consideran "inatascables", y se pueden encontrar mediante la fórmula $nb + g$, con $g < a$. Caso contrario, si $b \geq a(\frac{1}{n} + 1)$, no hay un tamaño de abertura que nos asegure la imposibilidad de un atasco simple.

MATERIA CONDENSADA (PARTE 1)

MIÉRCOLES 18 17:30 - 19:30 hs.

Sala Angelelli

048. Estructura electrónica y propiedades magnéticas en el SnS dopado con Ni

Sánchez Castillo Santiago¹, Oliva Marcos Ivan^{1 2}, Aguirre Maria Del Carmen¹, Zandalazini Carlos Ivan^{1 2}

¹ Universidad Nacional de Córdoba (UNC), Facultad de Matemática Astronomía, Física y Computación (FAMAF), Grupo Ciencia de Materiales

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Instituto de Física Enrique Gaviola (IFEG)

El dopaje con metales de transición (TM) en los semiconductores de grupos IV-VI ofrece un amplio campo de aplicaciones para la industria del desarrollo de dispositivos tecnológicos, entre los que se destacan los dispositivos espintrónicos, sensores químicos de alta sensibilidad, y dispositivos fotocatalíticos. En particular, estudios recientes indican que para el caso del SnS, tanto la eficiencia de conversión de energía en las celdas solares, como las propiedades catalíticas para la fotodegradación de contaminantes orgánicos, pueden mejorarse notablemente empleando dopajes adecuados [1-3]. El objetivo del presente trabajo es estudiar, a partir de un abordaje teórico- experimental, las propiedades electrónicas y magnéticas del SnS considerando al Ni como dopante catiónico. En el estudio experimental, se empleó la técnica de síntesis solvotermal para preparar el SnS puro, y con 3% y 6% Ni. La caracterización estructural de dichas muestras se realizó mediante difracción de RX, y sus propiedades magnéticas fueron obtenidas empleando un magnetómetro de muestra vibrante. Para el estudio teórico, se realizaron cálculos de la estructura de bandas, densidad de estados, y momento magnético según las concentraciones de Ni consideradas experimentalmente. Además, se realizó un estudio de optimización para el coeficiente de Hubbard en los estados 3d-Ni, lo cual es indispensable para lograr modelar adecuadamente de este tipo de sistemas (grandes y con estados fuertemente correlacionados). Todos estos cálculos se realizaron en el marco de la teoría de la funcional densidad empleando el software OpenMX. Los resultados permiten inferir sobre el origen del comportamiento magnético en este tipo de semiconductores con dopajes catiónicos.

[1] C. Behera, S. P. Ghosh J. P. Kar, S. L. Samal. *New J. Chem.* 44 (2020) p11684.

[2] C. Zandalazini, E. Albanesi J. *Magn. Mag. Mat.* 484 (2019) p146.

[3] R. Dahule, C. C. Singh, K. Hongo, R. Maezono and E. Panda. *J. Mater. Chem. C*, 10 (2022) p5514.

049. Transferencia de estados en cadenas de átomos magnéticos usando un STM

Acosta Coden Diego Sebastian^{1 2}, Osenda Omar³, Ferron Alejandro^{1 2}

¹ Instituto de Modelado e Innovación Tecnológica (IMIT)

² Universidad Nacional del Nordeste (UNNE), Facultad de Ciencias Exactas, Naturales y Agrimensura

³ Facultad de Matemática Astronomía, Física y Computación (FAMAF), Instituto de Física Enrique Gaviola

El control eléctrico de cadenas cuánticas de espín ha sido un objetivo destacado en los últimos años debido a su potencial uso en tecnologías relacionadas con el procesamiento de información cuántica. En este trabajo, demostramos la viabilidad de los protocolos para realizar la transferencia controlada de estados cuánticos en una cadena de átomos de titanio con espín $S = 1/2$, empleando el campo eléctrico producido por un Microscopio de Túnel de Barrido (STM). Nuestros resultados muestran que la inicialización y la transmisión de una excitación simple son alcanzables en tiempos cortos y con alta fidelidad. Nuestro estudio utiliza Hamiltonianos de espín, con parámetros compatibles con los últimos experimentos y cálculos ab initio, para modelar la punta del microscopio de barrido, la interacción entre éste y la cadena de átomos y la respuesta electrónica a los campos aplicados por la punta. La evolución temporal se considera en el espacio completo de Hilbert, y las frecuencias de los pulsos de control ejercidos por la punta del microscopio están al alcance de la tecnología actual.

050. Estudio teórico / experimental de estructuras autoensambladas de 4,4'-bis (4-piridil) terfenilo sobre grafito pirolítico altamente orientado

Pantano Fernando R.¹, Eroles Franco M.², Cometto Fernando P.², Rojas Mariana I.¹

¹ Instituto de Investigaciones en Físico-Química de Córdoba (INFIQC), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Universidad Nacional de Córdoba (UNC), Facultad de Ciencias Químicas (FCQ), DQTC

² Instituto de Investigaciones en Físico-Química de Córdoba (INFIQC), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Universidad Nacional de Córdoba (UNC), Facultad de Ciencias Químicas (FCQ), DFQ

Utilizando microscopía de efecto túnel (STM), se observó la adsorción de moléculas de 4,4'-bis(4-piridil) terfenilo (BPTB) auto-ensambladas sobre defectos de borde y terrazas de grafito pirolítico altamente orientado (HOPG). Se encontraron desde nanocables hasta películas 2D de moléculas autoensambladas. Para interpretar la textura de las películas observadas mediante STM, se propusieron láminas de moléculas auto-ensambladas con diferentes estructuras (planas, curvas), las cuales se evaluaron mediante simulación atómica de primeros principios. Se analizaron las interacciones entre moléculas dentro de la película y con el sustrato. Como BPTB es una molécula lineal aromática, se exploraron diferentes direcciones de adsorción sobre grafeno, estudiándose las interacciones adsorbato/sustrato. Además, se estudiaron las propiedades eléctricas y ópticas de las películas y la heterounión BPTB/grafeno, las cuales son de interés tecnológico para la construcción de dispositivos opto-electrónicos.

051. Estudio de nanopartículas magnéticas para descongelamiento de tejidos y su respuesta en radiofrecuencia durante el cambio de fase

Cattaneo Juan Sebastián¹, Asorey Celeste Nahir¹, Bruvera Ignacio²

¹ Universidad Nacional de La Plata (UNLP), Facultad de Ciencias Exactas, Departamento de Física

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Instituto de Física de La Plata (IFLP), Universidad Nacional de La Plata (UNLP), Departamento de Física

Actualmente es posible congelar tejidos biológicos a una tasa de enfriamiento tal que evita la formación de cristales de hielo, los cuales dañan las membranas celulares. Pero esto no es igual de posible para el descongelamiento, dado que la tasa de calentamiento requerida es 20 veces mayor (1 K/s) a la de enfriamiento. Además, es necesario que el proceso se realice de manera homogénea en todo el volumen de la muestra para evitar esfuerzos mecánicos.

Una solución propuesta es el uso de nanopartículas magnéticas (NPM) incorporadas al tejido previo al congelamiento para lograr un calentamiento rápido y homogéneo transfiriendo potencia a las partículas mediante un campo magnético de radio frecuencia (10 kHz a 1 THz), proceso denominado *nanowarming*.

Al ser expuestas a un campo magnético externo, las NPM disipan energía debido al desfase entre el campo magnético externo y la magnetización de las mismas. Dada esta potencial aplicación, se analizaron las transiciones de fase de un medio acuoso utilizando nanopartículas esféricas de magnetita, a una concentración de 11,1 g/L. Se estudió en el rango de temperaturas de -40°C a 40°C aplicando un campo externo de amplitud 57 kA/m y frecuencia 300 kHz.

La tasa de calentamiento registrada en el cambio de fase del agua, de sólido a líquido, bajo las condiciones de campo y NPM trabajadas corresponde a 0,7 K/min. Luego se analizó el tiempo de relajación y la tasa de absorción específica (Potencia disipada por masa de NPM [W/g]) de las NPM. Se determinó que ambos parámetros toman un valor máximo al producirse la transición de fase debido a la reorientación de los ejes de anisotropía con el campo magnético externo.

La interpretación de estos resultados está relacionada con los grados de libertad que ganan las nanopartículas frente al cambio de fase. Al momento de congelar la solución, no se tiene un control de la orientación de los ejes de anisotropía de las NPM. De esta forma mientras el medio que contiene las NPM esté congelado, estas estarán magnéticamente orientadas al azar. Cuando se expone el sistema a un campo externo, las NPM empiezan a disipar energía al medio y se descongela la matriz que las contiene. Ya libres de rotar, las nanopartículas se reorientan para alinear su eje magnético con el campo externo, resultando en un aumento de la respuesta. De esta forma, al terminar la transición de fase todas las nanopartículas están alineadas con el campo externo y el tiempo de relajación y la tasa de absorción específica alcanzan valores máximos.

052. Análisis magnético de nanohilos de $\text{Co}_{95}\text{Pt}_5$ a través de Curvas de Inversión de Primer Orden (FORCs)

Villegas Angelo^{1,2}, Meneses Fernando^{1,2}, Bercoff Paula G.^{1,2}

¹ Facultad de Matemática Astronomía, Física y Computación (FAMAF), Universidad Nacional de Córdoba (UNC), Av. Medina Allende N°2144, Ciudad Universitaria X5016LAE, Córdoba, Argentina

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Instituto de Física Enrique Gaviola (IFEG), Av. Medina Allende s/n, 5000, Córdoba, Argentina.

Los nanohilos (NHs) de aleaciones magnéticas juegan un papel fundamental en el desarrollo de nuevas tecnologías, como por ejemplo en electrónica, almacenamiento de energía, medicina, etc. Sus propiedades particulares y su relativamente bajo costo de fabricación, hacen que las investigaciones en este tipo de nanoestructuras resulten muy actuales y novedosas. A raíz de esto, en este trabajo experimental se estudian las propiedades magnéticas de NHs fabricados con aleación Co-Pt, rica en Co. Este tipo de aleaciones es de gran interés en el campo del magnetismo debido a su gran anisotropía magnetocristalina, que resulta beneficiosa en distintas aplicaciones cuando es perpendicular al plano del arreglo de los NHs, sumándose a la anisotropía de forma que se incrementa gracias a la gran relación de aspecto de este tipo de nanoestructuras. Además, la contribución del Pt a la aleación permite elevar el momento magnético del Co, ya que a éste se suman los electrones de la banda 5d del Pt. En este trabajo se fabricaron dos arreglos de NHs de la aleación $\text{Co}_{95}\text{Pt}_5$ mediante electrodeposición en membrana de alúmina nanoporosa (MAN). Para esto, se usó una MAN preparada por doble anodizado con poros de 55 nm de diámetro (muestra m-AD) y otra MAN sintetizada por anodizado fuerte, con poros de

140 nm de diámetro (muestra m-HA). Además, m-AD fue sometida a un tratamiento térmico para promover la formación y/o cristalización de las fases metaestables (denominada m-TT). Con el propósito de estudiar las propiedades magnéticas y las anisotropías presentes en las muestras, se utilizaron las Curvas de Inversión de Primer Orden (FORCs, de sus siglas en inglés) para obtener las distribuciones FORC, $\rho(\alpha, \beta)$. Las FORC permiten obtener información cuantitativa de sistemas con alta interacción magnética, por ejemplo, identificar distintas fases o contribuciones magnéticas. Una distribución -o mapa de contorno- FORC se determina midiendo una cantidad α de ciclos menores de histéresis parametrizados por la variable β , obteniendo así la magnetización $M(\alpha, \beta)$. Luego la derivada cruzada permite obtener $\rho(\alpha, \beta)$ mediante la expresión $\rho(\alpha, \beta) = -\frac{\partial^2 M(\alpha, \beta)}{\partial \alpha \partial \beta}$. Para ello, y para agilizar el análisis de datos experimentales, se desarrolló un algoritmo programado en Python que determina la distribución $\rho(\alpha, \beta)$ de manera automatizada a partir de las curvas $M(\alpha, \beta)$. El análisis magnético de la muestra m-AD mostró que el tratamiento térmico permite controlar la orientación del eje fácil de anisotropía de los NHs, lo cual es fundamental para el diseño de memorias de almacenamiento magnético. Además, el estudio de la coercitividad con respecto al ángulo de aplicación del campo indica que los mecanismos de reversión de la magnetización son los mismos en las muestras m-AD y m-TT: nucleación por *curling* y propagación de pared. Más aún, las distribuciones FORC presentan un perfil de forma *wishbone*, revelando la presencia aparente de dos fases magnéticas no detectadas en las curvas $M(H)$. Por otro lado, en el arreglo de NHs de mayor diámetro, resultan evidentes las interacciones dipolares desmagnetizantes. Por último, se estudiaron las magnitudes de las diferentes anisotropías que gobiernan a las muestras, encontrando que la anisotropía magnetocristalina compite con la de forma en todos los casos, pero la anisotropía de interacción dipolar resulta ser la más elevada. En síntesis, los NH de diámetro 55 nm son prometedores para aplicaciones que requieran anisotropía perpendicular y elevados momentos magnéticos. Además, hemos demostrado que el tratamiento térmico puede ser utilizado para controlar el grado de anisotropía. Mientras que, por su parte, el análisis de las curvas FORC proporciona información esencial para el desarrollo de NH aplicados a grabación magnética, inaccesible de otra manera a través de técnicas más sencillas que utilizan el mismo equipamiento experimental.

053. Nanohilos de aleaciones Co-Pt con propiedades magnéticas

Arce Martina¹, Aguirre M. Del Carmen², Riva Julieta S.³, Arana Mercedes⁴, Bercoff Paula G.^{1,2}

¹ Facultad de Matemática Astronomía, Física y Computación (FAMAF), Universidad Nacional de Córdoba (UNC), Medina Allende s/n, Córdoba, Argentina.

² Instituto de Física Enrique Gaviola (IFEG), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Córdoba, Argentina.

³ Instituto de Investigaciones en Físico-Química de Córdoba (INFIQC), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Córdoba, Argentina.

⁴ Instituto de Física, Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

Las aleaciones de Co-Pt son atractivas por su uso potencial en medios de grabación magnética o su incorporación en microdispositivos, por lo que resulta de interés, tanto desde el punto de vista fundamental como aplicado, el estudio de nanoestructuras preparadas con estos materiales. En este trabajo se sintetizaron nanohilos (NHs) de aleaciones Co-Pt por electrodeposición DC, empleando membranas de alúmina porosa con poros de 55 nm de diámetro, preparadas por el método de anodizado en dos pasos. Los NHs se depositaron por vía electroquímica, usando tres voltajes distintos (-0,6 V; -0,8 V y -0,9 V vs. Ag/AgCl) y el mismo electrolito, lo cual originó tres arreglos de NHs con distintas composiciones. La nucleación y crecimiento de los nanohilos a los distintos potenciales fue controlado por un mecanismo difusional. Las fases presentes y la cristalografía de los NHs sintetizados fueron determinadas por difracción de rayos X; su morfología y composición fueron analizadas mediante las técnicas de microscopía electrónica de barrido (SEM, por sus siglas en inglés) y espectroscopía de energía dispersiva de rayos X (EDS, por sus siglas en inglés), respectivamente. Con el fin de caracterizar las propiedades magnéticas, se midieron los ciclos de histéresis a varias temperaturas, con el campo aplicado en dirección paralela y perpendicular al eje de los NHs, en un magnetómetro de muestra vibrante *Cryogenic* usando campos máximos de ± 2 T. Según el potencial eléctrico usado, las electrodeposiciones dieron como resultado NHs de diversas longitudes, todos con diámetros de 55 nm. Los sintetizados a -0,6 V de 2,5 μm ; los de -0,8 V de 2,9 μm y los de -0,9 V de 5,5 μm de longitud, como observado en las imágenes de SEM. El análisis por EDS muestra que las composiciones de los NHs obtenidos con los potenciales anteriores son $\text{Co}_{48}\text{Pt}_{52}$, $\text{Co}_{25}\text{Pt}_{75}$ y $\text{Co}_{83}\text{Pt}_{17}$, respectivamente. Los resultados de difracción de rayos X permitieron identificar la presencia de una fase cristalina fcc desordenada CoPt y de la fase ordenada CoPt_3 en distintas proporciones, según la composición. En base a los ciclos de histéresis medidos con el campo aplicado en distintas direcciones se pudo determinar que el eje de fácil magnetización para los NHs de $\text{Co}_{48}\text{Pt}_{52}$ y los de $\text{Co}_{25}\text{Pt}_{75}$ se encuentra a lo largo del eje longitudinal de los hilos, mientras que para los NHs de $\text{Co}_{83}\text{Pt}_{17}$ el eje fácil de magnetización se encuentra en el plano perpendicular a esta dirección. Puede concluirse que el potencial de electrodeposición influye en la morfología, composición y propiedades magnéticas de los NHs. Por otro lado, el comportamiento magnético indica que los NHs que son más ricos en Pt ($\text{Co}_{48}\text{Pt}_{52}$ y $\text{Co}_{25}\text{Pt}_{75}$) poseen anisotropía efectiva en la dirección longitudinal, mientras que en los NHs ricos en Co, la anisotropía favorece una magnetización en el plano perpendicular a los hilos. Estas propiedades magnéticas se relacionan con las fases presentes y la distribución de orientaciones cristalinas en cada uno de los arreglos de NHs.

054. Generalización del formalismo de variables colectivas para la des-

cripción de la dinámica de paredes de dominio.

Laliena Victor¹, Campo Javier², Bustingorry Sebastian⁴ ³

¹ Universidad de Zaragoza (UNIZAR), Departamento de Matemática Aplicada, C/ María de Luna 3, 50018, Zaragoza, España

² Universidad de Zaragoza (UNIZAR), Instituto de Nanociencia y Materiales de Aragón (CSIC-UniZar), C/ Pedro Cerbuna 12, 50009, Zaragoza, España

³ Instituto de Nanociencia y Nanotecnología (INN), Nodo Bariloche, Av. Bustillo 9500 (R8402AGP), S. C. de Bariloche, Río Negro, Argentina

⁴ Centro Atómico Bariloche (CAB), Gerencia de Física, Av. Bustillo 9500 (R8402AGP), S. C. de Bariloche, Río Negro, Argentina

La descripción detallada de la dinámica de paredes de dominio en sistemas magnéticos necesita considerar el conjunto completo de grados de libertad contenidos en la magnetización dependiente de la posición (campo vectorial \mathbf{R}^3 en \mathbf{R}^3). El formalismo de variables colectivas ofrece una aproximación basada únicamente en dos grados de libertad, asociados a la posición media de la pared de dominio y a la orientación interna de la magnetización en el centro de la pared de dominio. Una extensión posible de este formalismo, ya estudiada, deviene de considerar la dependencia espacial de estos grados de libertad. En este trabajo ofrecemos como alternativa la incorporación de otras variables colectivas asociando una dinámica tanto al ancho como a la asimetría de la pared de dominio. Esta generalización permite estudiar la dinámica colectiva y la influencia del ancho y la asimetría en observables como la velocidad de la pared de dominio en función de campos externos. Se discuten además la dependencia espacial, la inclusión de desorden y el posible impacto en la interpretación de resultados experimentales.

055. Transferencia de carga en la dispersión de iones con superficies bi-dimensionales: efecto de los estados internos de las superficies

Romero Marcelo¹ ², Gómez Carrillo Carolina², Bonetto Fernando¹ ², García Evelina¹

¹ Instituto de Física del Litoral (IFIS), Instituto de Física de Litoral

² Universidad Nacional del Litoral (UNL), Departamento de Física, Facultad de Ingeniería Química

Se presenta un estudio teórico de la colisión frontal de iones H^+ y Li^+ con distintas superficies bidimensionales (2D) (MoS_2 , WSe_2 y $MoSe_2$). Se analizan las fracciones de carga (neutra y negativa) luego de la colisión binaria, considerando centros dispersores tanto el átomo metálico (Mo o W) como el átomo calcógeno (S o Se) de la superficie 2D.

Se aplica un formalismo mecano-cuántico basado en primeros principios para describir los procesos de transferencia de carga resonante involucrados. El sistema interactuante se describe con el Hamiltoniano de Anderson [1], el cual tiene en cuenta la repulsión electrónica en el sitio de valencia tipo-s del proyectil. Las fracciones de carga (neutra y negativa) después de la colisión se calculan usando el formalismo de funciones de Green-Keldysh fuera del equilibrio [2], las cuales se resuelven mediante el método de ecuaciones de movimiento, cerradas a segundo orden en el acoplamiento proyectil-superficie.

En una primera etapa se analizan las densidades de estado de las superficies, así como también, el número de átomos que son necesarios incluir en el modelo para una adecuada convergencia del cálculo dinámico. El modelo requiere el conocimiento de la matriz densidad completa de la superficie, la cual se obtiene usando el código Fireball [3]. Los ángulos de entrada y salida del proyectil son iguales a 45° y 90° , respectivamente (ambos medidos respecto de la superficie).

Los resultados preliminares indican que:

- dado que las superficies 2D estudiadas presentan densidades de estados muy similares (en cuanto a su estructura de picos y valor de la función trabajo), las variaciones encontradas en los valores de las fracciones de carga finales en cada sistema proyectil-superficie pueden ser atribuidas a: i) cómo varían los niveles de energía del proyectil (ionización y afinidad) en función de la distancia a la superficie según sea el tipo de átomo dispersor de la superficie (metal o calcógeno) [4]; ii) la intensidad de los acoplamientos entre el estado activo del proyectil y los distintos estados de las superficies (internos y de valencia); y iii) la posición relativa entre los estados internos de la superficie y los niveles de energía del proyectil.
- los estados internos, principalmente del átomo dispersor, juegan un rol importante en el proceso de transferencia de carga.
- es necesaria la inclusión de 13 átomos en el modelo (7 metálicos + 6 calcógenos) cuando el centro dispersor es un átomo metálico, y 14 átomos en el caso que el centro dispersor sea un calcógeno (6 metálicos + 8 calcógenos).
- se observa una dependencia oscilatoria de las fracciones de carga en función de la energía incidente del ion, típica de una interacción entre estados localizados, esto es entre el estado de valencia del proyectil y la estructura de picos de las densidades de estados.

[1] P. W. Anderson, Phys. Rev. 123 (1961)41

[2] L. V. Keldysh, Sov. Phys. JETP 20 (1965)1515

[3] P. Jelinek et al., Phys. Rev. B71 (2005) 235101

[4] P. G. Bolcatto et al., Phys. Rev. B58 (1998) 5007

056. Influencia de la degradación de la interfaz en las propiedades su-

perconductoras de bicapas NbN/HfO₂

Verón Lager Franco¹, Sirena Martín², Haberkorn Nestor²

¹ Instituto Balseiro (IB), Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Centro Atómico Bariloche (CAB)

² Instituto Balseiro (IB), Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Centro Atómico Bariloche (CAB), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

Se estudió la compatibilidad estructural y el transporte eléctrico en bicapas superconductor/ferroeléctrico utilizando un electrodo inferior de NbN y una capa superior de HfO₂ con espesores nominales de aproximadamente 10 nm. Las capas se crecieron secuencialmente mediante pulverización catódica sobre sustratos de Al₂O₃. Evaluar la afinidad química presenta especial interés en aplicaciones sobre dispositivos en los cuales la polarización en el HfO₂ puede modificar localmente las propiedades superconductoras del NbN. Se tomó como parámetro de comparación la temperatura de crecimiento del HfO₂, y se evaluó el impacto producido sobre las propiedades eléctricas del NbN y aislantes del HfO₂. Los resultados evidenciaron la presencia de una reacción química en la interfaz conforme la temperatura de crecimiento del HfO₂ se incrementa entre 25 y 450 °C. Esto afectó directamente las propiedades eléctricas, resultando en una supresión de la temperatura crítica del NbN y un incremento en el comportamiento aislante de la capa de HfO₂. Este último es un factor que limita el desarrollo de dispositivos en los cuales se busque optimizar las propiedades de los materiales mediante su crecimiento a altas temperaturas.

057. Análisis cinético de deshidroxilación de la caolinita: estudios experimentales y mediante simulaciones computacionales

Polcowñuk^{1, 2}, Mocchiari A^{1, 2}, Conconi S^{1, 2}, Aurelio G^{3, 4}, Rendtorff N^{1, 2}, Richard D^{1, 2}

¹ Centro de Tecnologías de Recursos Minerales y Cerámica (CETMIC)

² Universidad Nacional de La Plata (UNLP)

³ Laboratorio Argentino de Haces de Neutrones

⁴ Instituto Balseiro (IB)

El caolín es una arcilla natural cuya fase cristalina principal es la caolinita. Su uso como materia prima para la producción de cerámica tiene siglos, y actualmente tiene múltiples aplicaciones en diversas industrias [1]. En general, su desempeño tecnológico es dependiente de su procedencia debido a diferencias en composición, granulometría, cristalinidad, etc. A su vez, varias de sus aplicaciones requieren de la realización de tratamientos térmicos, y en el rango 400-650 °C la caolinita se deshidroxila dando lugar al metacaolín, el cual es un aluminosilicato no cristalino, por lo que el estudio de su estructura resulta un desafío experimental y teórico [2, 3].

En este trabajo estudiamos el proceso de deshidroxilación durante la producción de metacaolín y evaluamos la energía de activación (E_a) del mismo. Se consideraron dos caolines: un estándar internacional bien cristalizado y otro nacional de uso industrial. Se aplicaron distintos modelos para el proceso analizado mediante mediciones termogravimétricas y de termodifracción de neutrones, obteniendo valores de E_a en el intervalo 40-60 kcal/mol. Por otro lado, se modeló el proceso mediante cálculos de primeros principios, proponiendo distintas variantes para la extracción de una molécula de agua de la celda unidad de la estructura de la caolinita ideal, y se determinaron valores de E_a de unos 70 kcal/mol.

Los resultados obtenidos mediante esta metodología que combina experimentos y modelado computacional permiten comparar la energía de activación de distintos caolines y contrastar los valores con un valor de referencia proveniente de su modelización teórica. Asimismo, invitan a extender estos análisis a otros caolines, involucrando pretratamientos a estas materias primas, otras técnicas experimentales adicionales y también modelos más elaborados.

[1] P. A. Schroeder, G. Erickson, Kaolin: from ancient porcelains to nanocomposites, *Elements* 10 (2014) 177-182. <https://doi.org/10.2113/gselements.10.3.177>

[2] M. Izadifar, P. Thissen, A. Steudel, R. Kleeberg, S. Kaufhold, J. Kaltenbach, R. Schuhmann, F. Dehn, K. Emmerich, Comprehensive examination of dehydroxylation of kaolinite, disordered kaolinite, and dickite: experimental studies and density functional theory, *Clays and Clay Minerals* 68 (2020) 319-333. <https://doi.org/10.1007/s42860-020-00082-w>

[3] D. Richard, J. M. Martínez, M. Mizrahi, L. Andriani, N. M. Rendtorff, Assessment of structural order indices in kaolinites: A multi-technique study including EXAFS, *Journal of Electron Spectroscopy and Related Phenomena* 254 (2022) 147128. <https://doi.org/10.1016/j.elspec.2021.147128>

058. Determinación de la interacción del agua con biofilms de colágeno-gelatina mediante la medición del ángulo de contacto.

Mayo Gabriel Agustín¹, Denk Noelia¹, Latorre María Emilia^{2, 3}, Ravazzoli Pablo^{4, 5}, Velázquez Diego^{3, 6}

¹ Facultad de Ciencias Exactas, UNCPBA, Pinto 399, Tandil, Argentina

² CENTRO DE INVESTIGACIÓN VETERINARIA DE TANDIL (CIVETAN) (CIC - CONICET - UNCPBA), Tandil, Buenos Aires, Argentina

³ CONICET, Godoy Cruz 2290, CABA, Argentina

⁴ INSTITUTO FÍSICA ARROYO SECO (FCEX - UNCPBA), Tandil, Buenos Aires, Argentina

⁵ CENTRO DE INVESTIGACIONES EN FÍSICA E INGENIERÍA (CIC - CONICET - UNCPBA), Tandil, Buenos Aires, Argentina

⁶ INSTITUTO DE FÍSICA DE MATERIALES TANDIL (FCEX - UNCPBA), Tandil, Argentina

En este trabajo estudiamos los efectos de la interacción superficial del agua con biofilms de base proteica. Se utilizaron films obtenidos a partir de soluciones proteicas mezcla (4 %m/V) de Gelatina y Colágeno. Utilizamos films construidos con diferentes concentraciones (gelatina:colágeno). Particularmente, F1(80:20), F2(80:20), F3(100:0) y F4(0:100), donde F1 y F2 difieren en su tiempo de almacenamiento a temperatura ambiente y 75 %HR. Para cada caso medimos el ángulo de contacto dinámico utilizando el método de contraste con un goniómetro Rame-Hart 250. A partir de ello determinamos las características iniciales de cohesión, adhesión y derrame, así como también la evolución del ángulo de contacto. Ajustamos dichos resultados mediante el modelo de Farris [1,2] y así determinamos el coeficiente n que determina los fenómenos de absorción y difusión. Pudimos determinar que para los films mezclas, F1 y F2, el ángulo de contacto disminuye y dicha disminución está dada por las contribuciones independientes del colágeno y la gelatina. Por otro lado, el ángulo de contacto sobre un film envejecido también disminuye presentando una mayor aleatoriedad en las mediciones.

[1] Wetting of Biopolymer Coatings: Contact Angle Kinetics and Image Analysis Investigation Stefano Farris, Laura Introzzi, Paolo Biagioni, Torsten Holz, Alberto Schiraldi, and Luciano Piergiovanni Langmuir 2011 27 (12), 7563-7574, DOI: 10.1021/la2017006

[2] Palmer Vicente Pulla-Huillca, Andresa Gomes, Ana Mônica Quinta Barbosa Bittante, Rodrigo Vinícius Lourenço, Paulo José do Amaral Sobral, Wettability of gelatin-based films: The effects of hydrophilic or hydrophobic plasticizers and nanoparticle loads, Journal of Food Engineering, Volume 297, 2021, 110480, ISSN 0260-8774, <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2021.110480>.

059. Propiedades mecánicas y térmicas de biofilms de gelatina y colágeno

Denk Noelia¹, Mayo Gabriel Agustín¹, Latorre María Emilia^{2,3}, Ravazzoli Pablo^{4,5}, Velázquez Diego^{6,3}

¹ Facultad de Ciencias Exactas, UNCPBA, Pinto 399, Tandil, Argentina

² Centro de Investigación Veterinaria de Tandil (CIVETAN) (CIC - CONICET - UNCPBA), Tandil, Buenos Aires, Argentina

³ CONICET, Godoy Cruz 2290, CABA, Argentina

⁴ Instituto Física Arroyo Seco (FCEX - UNCPBA), Tandil, Buenos Aires, Argentina

⁵ Centro de Investigaciones en Física e Ingeniería (CIC - CONICET - UNCPBA), Tandil, Buenos Aires, Argentina

⁶ Instituto de Física de Materiales Tandil (FCEX - UNCPBA), Tandil, Buenos Aires, Argentina

El interés en desarrollar films proteicos como materiales de embalajes comestibles y biodegradables ha aumentado significativamente en los últimos años [1]. Estudiamos las propiedades mecánicas, y la estabilidad térmica de biofilms obtenidos de gelatina (G) y colágeno (C) de origen porcino en compuestos puros, y mezcla G:C(80:20). Realizamos ensayos de tracción uniaxial a rotura, y de relajación. Se realizaron experimentos de Calorimetría Diferencial de Barrido (DSC) y Análisis Termogravimétrico (TGA). Para cada una de las composiciones se determinó el módulo elástico (E), la tensión de fluencia (σ_f), y la deformación de rotura (ϵ_f). Utilizando el modelo Maxwell [2], se determinó el tiempo de relajación, que revela la relación entre las componentes elásticas y viscosas del material. A partir de las curvas de DSC se determinaron las temperaturas de transición vítrea (T_g), de fusión de las zonas cristalinas (T_m) y de isomerización (T_i) [3]. Los resultados muestran que los films G:C se comportan mecánicamente como polímeros semicristalinos con $E \sim 625$ MPa, $\sigma_f \sim 21$ MPa y $\epsilon_f \sim 41$ %, y al calentarlos sufren tres transiciones de fase a $T_g \sim 45^\circ\text{C}$, $T_m \sim 75^\circ\text{C}$ y $T_i \sim 230^\circ\text{C}$, con pérdidas de peso asociadas a la pérdida de agua.

[1] Luo Q, Hossen M.A, Y. Zeng, J. Dai, S. Li, W. Qin, Y. Liu, Gelatin-based composite films and their application in food packaging: A review, Journal of Food Engineering, 313, 110762, (2022) <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2021.110762> [2] Perspective Chapter: Viscoelastic Mechanical Equivalent Models Written by Emad Kamil Hussein, Batool Mardan Faisal, Kussay Ahmed Subhi, Thiago Santos, Samir Ghoulali, Muhammad Asyraf and Carolyn Santos. DOI: 10.5772/intechopen.108065 [3] Mukherjee, I., Rosolen, M. Thermal transitions of gelatin evaluated using DSC sample pans of various seal integrities. J Therm Anal Calorim 114, 1161–1166 (2013). <https://doi.org/10.1007/s10973-013-3166-4>

060. Influencia del dopado con Co en las propiedades de la aleación FeRh. Estudio ab initio

Lavizzari Marcos¹, Quintanilla Francisco N¹, Cabeza Gabriela F^{1,2}

¹ Universidad Nacional del Sur (UNS), Departamento de Física

² Instituto de Física del Sur (IFISur)

La aleación ordenada FeRh (cúbica tipo B2) sufre una peculiar transición de fase de primer orden de un estado anti-ferromagnético (AFM) a otro ferromagnético (FM) [1]. Sin embargo, la presencia de dopantes modifica las propiedades de la aleación variando además la temperatura de transición (T_{curie}) [2,3]. El propósito de este trabajo es investigar de forma teórica utilizando cálculos de primeros principios e incluyendo polarización de espín, las propiedades estructurales,

energéticas y magnéticas de la aleación FeRh con concentraciones de impurezas de Co de 1.9, 3.7 y 5.6. Las mismas se ubicaron en sitio $Rh(Fe_{50}Rh_{50-x}Co_x)$, sitio Fe ($Fe_{50-x}Rh_{50}Co_x$) y en ambos sitios para compararlas con resultados previos de la aleación pura. Hemos encontrado que, en el rango de concentraciones de cobalto estudiadas, el Co en sitio Rh produce una contracción del volumen de la celda de casi el doble (0,6%) respecto a la obtenida cuando el Co se ubica en sitio Fe (0,3%). Al duplicar la concentración de Co se duplica el porcentaje de contracción de volumen de la celda y en particular cuando los dopados están cerca entre sí. El Co en sitio Rh da menores valores de energía y los valores de los momentos magnéticos de los Co prácticamente cuadriplican ($1,9\mu_B/at$) el valor respecto a la misma impureza ubicada en sitio Fe ($0,4\mu_B/at$). En cuanto a la fase AFM es más estable que la FM. Se estimó la temperatura de transición y se evaluaron las características electrónicas mediante el cálculo de la densidad local de estados (LDOS).

[1] V. Moruzzi, P. Marcus; "Antiferromagnetic-ferromagnetic transition in FeRh", Phys. Rev. B 46 (1992) 2864-2873.

[2] M. J. Jiménez, R. R. Gimaev, V. I. Zverev, G. F. Cabeza; "Electronic and thermoelectric properties of FeRh Pd-doped alloys: ab initio study", J. of Magn. and Magn. Mat. 538 (2021) 168258 (10 pgs).

[3] A. S. Komlev, Gabriela F. Cabeza, Alisa M. Chirkova, Neven Ukrainczyk, Elena A. Sherstobitova, V.I. Zverev, Radel Gimaev, Nikolai V. Baranov and Nikolai S. Perov "Influence of structural disorder of the magnetic order in FeRhCr alloys", Metals 13 (2023) 1650.

061. Histéresis y quiebre de reciprocidad debido a fuerzas inducidas por corriente

Mehring Erika L.^{1 2}, Bustos-marín Raúl A.^{1 2 3}, Calvo Hernán L.^{1 2}

¹ Instituto de Física Enrique Gaviola (IFEG), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

² Facultad de Matemática Astronomía, Física y Computación (FAMAF), Universidad Nacional de Córdoba (UNC)

³ Facultad de Ciencias Químicas (FCQ), Universidad Nacional de Córdoba (UNC)

El transporte dirigido es un concepto clave para muchas aplicaciones en curso, incluyendo el manejo del calor a escala nanométrica, la rectificación de corrientes electrónicas, la protección de fuentes, y el aprovechamiento de energías residuales. Dentro del contexto del transporte cuántico, exploramos el uso de efectos no lineales introducidos por fuerzas inducidas por corriente (CIFs) como una forma práctica de romper efectivamente las reciprocidades del transporte de carga y calor [1]. En particular, consideramos un modelo simple que consiste en un punto cuántico (QD) móvil acoplado a dos terminales, donde la corriente de carga (o calor) desarrolla un comportamiento asimétrico bajo la inversión del voltaje (o gradiente de temperatura), convirtiendo al sistema en un diodo cuántico. Además, encontramos múltiples posiciones estables para el QD y mostramos cómo es posible extraer trabajo útil modulando las fuentes de no-equilibrio a lo largo de ciclos de histéresis bien establecidos. Finalmente, exploramos un caso particular donde la no linealidad de las CIFs puede ser explotada para bombear calor o carga, incluso en sistemas que preservan simetría de inversión. Este resultado contraintuitivo se atribuye a una ruptura espontánea de la simetría de inversión debido a la dinámica intrínseca del sistema.

[1] E. L. Mehring, R. A. Bustos-Marín, and H. L. Calvo, Phys. Rev. B **109**, 085418 (2024)

062. Modelado computacional usando DFT de la estructura y propiedades de aleaciones con memoria de forma tipo Nitinol

Bertone Manuela¹, Lopez Larregina Guadalupe¹, Quintanilla Francisco N.¹, Cabeza Gabriela F.^{1 2}

¹ Universidad Nacional del Sur (UNS), Departamento de Física

² Instituto de Física del Sur (IFISur)

El Nitinol (NiTi) es una aleación formada por níquel y titanio en porcentajes similares, y muestra un fenómeno denominado "memoria de forma", que presentan también otras aleaciones metálicas como oro-cadmio y cobre-zinc. El efecto de memoria de forma permite que una pieza que haya sido deformada recuerde y pueda volver mediante calentamiento a la forma predeterminada. A temperatura ambiente, el NiTi puede presentar una fase martensítica monoclinica (B19') o una fase ortorrómbica (B19). A mayores temperaturas se transforma en un cúbica tipo B2. La martensita NiTi presenta una estructura cristalina compleja que puede variar dependiendo de la composición exacta y el tratamiento térmico.

El objetivo de este trabajo es estudiar de forma teórica la estructura y el cambio de las propiedades en función de la temperatura en una transformación de la aleación mediante cálculos de primeros principios empleando el código VASP.

Previo al estudio empleando dinámica molecular ab initio para estudiar la transformación, se optimizaron ambas estructuras la monoclinica (B19') y la austenita tipo B2 estable a mayores temperaturas. Para ambas estructuras se realizó una optimización previa de los parámetros de cálculo. Los valores optimizados de parámetros de celda concuerdan con los valores experimentales reportados en la literatura.

Referencias:

Kresse G., Hafner J., Phys. Rev. B 49 (1994) 14251.

K. Otsuka, and X. Ren, Progress in Materials Science. 50 (2005) p 511-678

063. Entropías cuánticas de estados realistas de un aislante topológico

Legnazzi Nicolás^{1,2}, Osenda Omar^{1,2}

¹ Instituto de Física Enrique Gaviola (IFEG)

² Facultad de Matemática Astronomía, Física y Computación (FAMAF)

Los aislantes topológicos son candidatos prometedores para la próxima generación de dispositivos electrónicos y espintrónicos, así como para el estudio de la física de la materia condensada. Estos materiales se caracterizan por comportarse como un aislante "trivial" en el bulk, mientras que en la superficie presentan estados de borde protegidos por simetría de inversión temporal.

Los estados topológicos se caracterizan mediante el análisis de su espectro y/o de cantidades entrópicas. En el estudio espectral se utilizan invariantes topológicos como la fase de Berry o el número de Chern. Para las cantidades entrópicas se consideran medidas como la entropía topológica y el espectro de entrelazamiento.

El Bi₂Se₃ es un conocido aislante topológico. Los estados cuánticos del Bi₂Se₃ en un nanocilindro están bien descritos por un Hamiltoniano k.p. Utilizando el método variacional de Rayleigh-Ritz se calculan los autoestados de dicho Hamiltoniano para poder evaluar la entropía de Kitaev-Preskill. Además, se calcula una nueva entropía basada en una matriz de densidad reducida que proponemos como medida para distinguir estados topológicos de un solo electrón. La nueva entropía es siempre mayor para los estados topológicos que para los estados normales, lo que permite identificar los estados topológicos.

Por último, mostramos cómo las matrices de densidad reducidas asociadas con ambas entropías se construyen a partir del estado puro utilizando mapas positivos y obteniendo explícitamente los operadores de Krauss. Esto podría originar una forma operativa de construir matrices de densidad reducida que caractericen adecuadamente distintos estados topológicos.

064. Adsorción de NO en Superficies de Ceria: Un Estudio Teórico utilizando DFT

Reimers Walter Guillermo¹, Juan Julian², Bechthold Pablo¹, Luna Romina¹

¹ Instituto de Física del Sur - IFISUR, UNS-CONICET y Departamento de Física, Universidad Nacional del Sur, Av. Alem 1253, B8000C

² Instituto de Física Aplicada (INFAP), Universidad Nacional de San Luis, CONICET, Ejercito de los Andes 950, D5700 HHW, San Luis, Argentina

En la combustión Diesel de motores se emiten gases que provocan severos problemas de contaminación ambiental; como los óxidos de nitrógeno NO_x, donde el 95 Este trabajo explora la adsorción de NO en superficies de dióxido de cerio (CeO₂) mediante cálculos de teoría del funcional de la densidad (DFT) utilizando el código VASP [3]. Se consideraron los cortes (111) y (331); para el plano (111), con oxígenos expuestos, se estudia tanto la superficie prístina como con vacancias de oxígeno (neutras y positivas). El plano (331) presenta un escalón, lo que permite estudiar la adsorción NO en distintos defectos superficiales.

Se analizaron configuraciones del adsorbato, horizontal (paralela a la superficie) y vertical (perpendicular a la superficie). Los cálculos incluyeron la energía de adsorción, el momento magnético y las distancias de enlace entre la molécula y la superficie, así como el enlace N-O dentro de la molécula de NO.

Los resultados revelan que en la superficie (111) prístina, la adsorción horizontal de NO es más favorable con una energía de adsorción de -0.67 eV, mientras que en orientación vertical, la adsorción es menos efectiva, especialmente cuando el oxígeno de NO se aproxima a la superficie. La inclusión de vacancias de oxígeno en el plano (111) modifica significativamente la adsorción, mostrando energías de adsorción más negativas y variaciones en el momento magnético, indicando una fuerte interacción entre NO y los sitios defectuosos.

En el plano (331), la adsorción horizontal y vertical con el nitrógeno cercano a la superficie resultan en energías de adsorción similares, alrededor de -0.94 eV y -0.95 eV respectivamente, destacando la influencia del defecto escalón en la interacción con NO. La configuración vertical con el oxígeno de NO cercano a la superficie mostró una energía de adsorción casi nula. Los resultados aportan una comprensión de como las diferentes orientaciones y defectos de la superficie de CeO₂ afectan la adsorción de NO.

Referencias

[1] Z. Yang, T.K. Woo, K. Hermansson. Surface Science 600 (2006) 4953-4960.

[2] M. Jiang, K. Yang, Y. Liu, L. Yao. Physica B: condensed Matter. 2023, 668, 415265.

[3] <https://www.vasp.at/>

065. Sobre la formación de la aleación metaestable Fe-Cu

Socolovsky Leandro Martín¹

¹ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Universidad Tecnológica Nacional (UTN), Facultad Regional de Santa Cruz (FRSC)

El hierro y el cobre no forman normalmente una aleación debido a su calor de formación positivo. Sin embargo, es posible lograr la aleación Fe-Cu usando técnicas fuera del equilibrio termodinámico. Una de estas técnicas es el aleamiento mecánico, por medio de la cual obtuvimos aleaciones Fe-Cu en diversas concentraciones relativas de ambos metales. Estas aleaciones presentan características propias de los sistemas nanoestructurados, entre ellos el superparamagnetismo y la magnetoresistencia gigante, lo que es inconsistente con la existencia de una solución sólida homogénea como sugiere la difracción de rayos X, que muestra picos correspondientes a una estructura fcc [1]. En este trabajo mostraremos nuevos resultados basados en la microscopía electrónica de transmisión (TEM), usada en conjunto con espectroscopía de dispersión de energía de rayos X y discutiremos el modelo propuesto por Schwarz. Este modelo propone dos tiempos para explicar la formación de estas aleaciones [2]. Nuestros resultados explican las características observadas y están de acuerdo con el modelo antes mencionado.

El autor agradece el apoyo financiero de CONICET y por el uso del TEM al LNNano - CNPEM (Campinas, Brasil).

[1] Socolovsky, L. M., Tesis doctoral (UNLP, 2001).

[2] Schwarz, R. B.; "Microscopic Model for Mechanical Alloying", *Materials Science Forum*, 269–272 (1998), 665–674.

066. Conducción eléctrica en micro dispositivos de materiales calcogenuros

Rocca Javier¹, Golmar Federico^{2,3}, Ureña María Andrea¹, Fontana Marcelo Raúl¹

¹ Universidad de Buenos Aires (UBA), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Instituto de Tecnologías y Ciencias de la Ingeniería "Hilario Fernández Long" (INTECIN)

² Escuela de Ciencia y Tecnología (ECyT), Universidad Nacional de Gral. San Martín (UNSAM)

³ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

Los vidrios calcogenuros son excelentes candidatos para ser utilizados como material sensible en las memorias denominadas PCM (Phase Change Materials - materiales de cambio de fase). Películas delgadas de estos materiales exhiben rápidas transformaciones de fase reversibles entre los estados amorfo y cristalino con propiedades ópticas y eléctricas muy distintas. La fase amorfa es caracterizada por una alta resistividad eléctrica y la fase cristalina por una mucho menor resistividad. Este cambio de resistencia eléctrica entre los estados amorfo y cristalino se utiliza para identificar los estados lógicos (0 y 1) de las memorias. En el sistema SbTe, las aleaciones ricas en Sb de composición cercana a $Sb_{70}Te_{30}$ destacan por sus buenas propiedades para estas aplicaciones. En este trabajo se presentan los resultados de microdispositivos fabricados usando aleaciones de composición $Sb_{70}Te_{30}$ como material sensible entre dos electrodos metálicos. Se utilizaron diferentes geometrías en dos configuraciones diferentes: una coplanar y otra tipo "sándwich". Se realizaron mediciones eléctricas que permiten la obtención del comportamiento tensión-corriente de los distintos dispositivos. Se modificaron parámetros geométricos de ambas configuraciones con el objetivo de hallar la geometría que optimice el rendimiento del dispositivo. Complementariamente se realizaron simulaciones 3-D usando el método de elementos finitos en ambas configuraciones, con el fin de comprender a fondo los mecanismos de conducción.

067. Distorsión estructural resonante abrupta por magnetostricción a T_N en $RFeO_3$ (R=tierra rara) Raman scattering, emisión en el infrarrojo lejano, y difracción de rayos-X de alta resolución

Massa Néstor E.¹, Alonso José Antonio², Gainza Martín. Javier³, Del Campo Leire⁴, Aurelián Canizares⁴

¹ Centro CEQUINOR, CONICET- UNLP, Bv. 120 1465, B1904 La Plata, Argentina.

² Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid, CSIC, Cantoblanco, E-28049 Madrid, España.

³ European Synchrotron Radiation Facility (ESRF), 71 Avenue des Martyrs, 38000 Grenoble, Francia

⁴ Centre National de la Recherche Scientifique, CEMHTI UPR3079, Université Orléans, F-45071 Orléans, Francia.

La familia de compuestos no-Jahn Teller $P_{bnm} RFeO_3$ (R = tierra rara) es paradigmática en la búsqueda de materiales en los que modificaciones estructurales, magnéticas y electrónicas conduzcan al magnetoeléctrico multiferroico definitivo. Por esto, es fundamental estudiar el rol de deformaciones estructurales e interacciones espín-fonón alrededor de la temperatura de Néel ($T_N \sim 740-623$ K). Motivados por cambios en el perfil y frecuencia de fonones en un régimen inarmónico detectados por Raman scattering y en el infrarrojo lejano, mediante deconvolución dieléctrica de la emisión, presentamos aquí difracción de rayos X de alta resolución obtenida a altas temperaturas en la línea de luz ID22 del ESRF (European Synchrotron Radiation Facility, Grenoble). Las interacciones espín-red paramagnética inducen deformaciones que, a partir de 800 K, aparecen correlacionadas con un aumento lineal de la sección eficaz con un máximo en $T_N \sim 740$ K. A esta temperatura, las distancias R-O cambian repentinamente en ~ 0.12 Å, minimizando la energía en consonancia con la aparición abrupta de interacciones de superintercambio $Fe^{3+}-O-Fe^{3+}$ ($Fe^{3+} t^3 e^2$ ($S=5/2$)), que dan lugar a un antiferromagnetismo tipo G y un ferromagnetismo c no colineal $\Gamma_4(G_x, A_y, F_z)$. El salto del área basal octaédrica, una contracción anisotrópica que involucra enlaces Fe-O2, es ~ 0.09 Å². Reduciendo aún más la temperatura, los enlaces R-O retoman gradualmente valores similares a los observados por encima de T_N dentro de un contexto dinámico fluctuante

libracional asociado localmente con expansión térmica negativa. Esto cesa a ~ 650 K (LaFeO_3), dando lugar al desdoblamiento de fonones dentro de la matriz ortorrómbica P_{bnm} . La abrupta magnetostricción, que implica un intercambio en energía tipo delta a T_N , revela una contribución estructural pasada por alto en tratamientos perturbativos $J \sim b^2/U$ de la interacción de superintercambio Fe-O-Fe (b , integral de superposición orbital; U , energía de Coulomb en el sitio) [1], determinante del antiferromagnetismo en perovskitas distorsionadas ortorrómbicas ABO_3 .

[1] J.-S. Zhou y J. B. Goodenough, PRB B **77** 132104 (2008).

068. Dinámica atómica debido a fuerzas inducidas por corrientes: Correcciones a la masa

Deghi Sebastián E.^{1 2 3}, Bustos-marín Raúl A.^{4 2 3}

¹ Facultad de Matemática Astronomía, Física y Computación (FAMAF)

² Instituto de Física Enrique Gaviola (IFEG)

³ Universidad Nacional de Córdoba (UNC)

⁴ Facultad de Ciencias Químicas (FCQ)

Debido a su comportamiento cuántico, los dispositivos nanoelectromecánicos han llamado la atención de investigadores de diferentes campos. El origen de las fuerzas responsables de la dinámica de este tipo de mecanismos se puede explicar mediante la teoría de transporte cuántico. Para sistemas de dimensiones nanométricas, el flujo de cargas eléctricas es la principal causa de estas fuerzas. Bajo este contexto, es conveniente introducir dos escalas temporales capaces de distinguir regímenes dinámicos diferentes. La primera de las escalas está asociada a un tiempo rápido, la cual caracteriza a la dinámica electrónica; mientras que la otra describe a las variables clásicas, cuyo movimiento es considerablemente más lento. Esta descomposición temporal es de gran utilidad en el estudio teórico de estos dispositivos, ya que nos permite realizar una expansión adiabática de las fuerzas inducidas por corrientes (FICs). El primer término de la expansión consiste en la fuerza adiabática, mientras que el segundo contiene el rozamiento electrónico [1]. Sin embargo, los términos de orden superior aún no se han explorado lo suficiente. En nuestro trabajo investigamos el siguiente término de la expansión, el cual comprende una alteración a la masa aislada debido a los efectos electrónicos. Para ilustrar el comportamiento de dichas correcciones, analizamos la dinámica de un modelo simple constituido por un átomo [2], el cual puede ser de carbono o hidrógeno, depositado sobre la superficie de un sustrato de carbono [3].

[1] Bode et al. "Current-induced forces in mesoscopic systems: A scattering-Matrix approach". Beilstein Journal of Nanotechnology 3 (2012), 144-162.

[2] Deghi et al. "Current-induced forces in single-resonance systems". Journal of Physics: Condensed Matter 33 (2021), 175303.

[3] Xu et al. "A transferable tight-binding potential for carbon". Journal of Physics: Condensed Matter 4 (1992), 6047.

069. Determinación del momento cuadrupolar nuclear del ^{49}Ti y ^{47}Ti a partir de la Teoría de la Funcional Densidad

Narro Arias H K¹, Errico L A^{2 1 3}, Gil Rebaza A V^{2 1}

¹ Instituto de Física de La Plata (IFLP), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), CCT La Plata, CP 1900 La Plata, Argentina

² Universidad Nacional de La Plata (UNLP), Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas, CP 1900 La Plata, Argentina

³ Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires (UNNOBA), Monteagudo 2772, Pergamino, CP 2700 Bs. As., Argentina.

Los materiales basados en titanio tienen muchas aplicaciones en la industria automotriz, aeroespacial, biomédica, entre otras. Por esta razón, es importante investigar las diferentes propiedades físicas de estos materiales. Una forma de estudiar estos materiales a nivel electrónico es mediante técnicas nucleares como resonancia magnética nuclear (NMR) o resonancia cuadrupolar nuclear (NQR). Para extraer toda la información que estos resultados experimentales contienen es necesario compararlos con modelos teóricos realistas. Para esta comparación, es necesario tener en cuenta que las magnitudes medidas (en el caso de interacciones cuadrupolares en el sitio de núcleo-sonda), la información experimental es el producto de una magnitud nuclear (el momento cuadrupolar nuclear del núcleo-sonda, Q) y una extranuclear (la densidad electrónica en el entorno próximo de dicho núcleo), la llamada frecuencia cuadrupolar ν_Q . Por lo tanto, para poder comparar teoría con experimento, el conocer Q en forma precisa y confiable es fundamental.

En el presente trabajo se ha obtenido, a partir de cálculos basados en el teorema de la funcional densidad (DFT), el tensor del gradiente de campo eléctrico (EFG) en sitios Ti de diferentes compuestos de Ti. Estos resultados han sido contrastados con datos experimentales de ν_Q [1] obtenidas de la literatura para obtener los valores de Q para los estados de spin, ambos en el estado fundamental, $7/2$ del ^{49}Ti y $5/2$ del ^{47}Ti . Los cálculos han sido realizados usando dos métodos

diferentes pero complementarios, estos son el Full-Potential Augmented Plane-Wave (FP-LAPW, Wien 2k), y el Plane-Wave plus Pseudopotentials + Gauge-Including Projected Augmented Waves (GIPAW, Quantum Espresso). Los resultados obtenidos están en concordancia con los valores experimentales reportados y nos permiten discutir la barra de error en $Q(^{49}\text{Ti})$ y $Q(^{47}\text{Ti})$, y el efecto de la aproximación para el término de correlación e intercambio en estas magnitudes.

[1] Bryan E.G. Lucier, Yining Huang, Annual Reports on NMR Spectroscopy, Academic Press, Volume 88, Pages 1-78, 2016.

070. Síntesis, caracterización y respuesta de $\text{Fe}_{2-x}\text{Ti}_x\text{O}_{3+z}$ como sensor de AcO en el ambiente

Navarro Benavides T F¹, Saleta M E^{1,2}, Miranda C D², Sánchez R D^{1,2}, Tobia D²

¹ Instituto Balseiro (IB), Universidad Nacional de Cuyo (UNCuyo), Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA)

² Instituto de Nanociencia y Nanotecnología (INN), Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Centro Atómico Bariloche (CAB)

El estudio y la detección de compuestos orgánicos volátiles (VOC) es de gran importancia debido a los efectos nocivos que estos compuestos tienen sobre los seres humanos, los animales y el medio ambiente. La comunidad científica ha promovido el desarrollo de nuevos métodos para la detección de VOC, dada su relevancia en áreas como la seguridad industrial, la contaminación ambiental, el control del impacto antropogénico y otros campos de interés. En particular, la detección de VOC tiene aplicaciones significativas en el campo de la salud humana. Estudios recientes se han centrado en la fabricación de detectores de VOC en el aliento humano, ya que algunos de estos compuestos, como la acetona (AcO), pueden servir como biomarcadores de enfermedades, incluida la cetoacidosis diabética.

Los sensores químicos (quimiosensores) se basan en la detección de cambios en sus propiedades fisicoquímicas en presencia de VOC. Estos cambios se transforman en señales medibles y cuantificables. Aprovechando su versatilidad, muchos de estos sensores se construyen a partir de semiconductores de óxido metálico. Además, al variar los procesos de síntesis, se pueden obtener materiales con diferentes tamaños y morfologías.

El presente trabajo cubre el análisis de las condiciones de síntesis, propiedades magnetoeléctricas y capacidades de detección de acetona de la solución sólida $\text{Fe}_{2-x}\text{Ti}_x\text{O}_{3+z}$ (FTO-x, $0 \leq x \leq 0,30$) con estructura corundum. El comportamiento magnético de FTO, como $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$, se puede dividir en tres regiones: i) comportamiento paramagnético para temperaturas por encima de la temperatura de Néel $T_N \approx 956$ K, ii) ferromagnetismo débil entre la temperatura de Morin $T_M \approx 260$ K y T_N , iii) por debajo de T_M los espines se comportan como un antiferromagneto perfecto. En particular, la solución sólida presenta una reducción de T_M cercana a 60 K cuando x aumenta de 0 a 0.30. La conductividad eléctrica de FTO-x se describe por el modelo de activación térmica (Arrhenius). La energía de activación disminuye significativamente con la incorporación de Ti, pero para $x \geq 0,05$ aumenta ligeramente. Todas las composiciones detectan vapor de acetona en el rango de 20-1200 ppm en aire atmosférico. Los mejores resultados se obtienen para FTO-0.20 operando a 300°C.

071. Método basado en covarianza para hallar autoestados exactos factorizados en sistemas interactuantes

Petrovich Federico^{2,1,3}, Rossignoli Raúl^{4,1,3}, Canosa Norma^{2,1,3}

¹ Instituto de Física de La Plata (IFLP)

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

³ Universidad Nacional de La Plata (UNLP), Depto. de Física, Facultad de Ciencias Exactas

⁴ Comisión de Investigaciones Científicas (CIC)

Derivamos un método general que determina las condiciones necesarias y suficientes para que un Hamiltoniano de un sistema interactuante de muchos cuerpos posea un autoestado exacto factorizado, basado en la matriz de covarianza de los operadores locales que lo construyen. El autoestado puede ser un producto de estados de partículas individuales, o también de estados de grupos de partículas (clusters). El formalismo se aplica luego para determinar condiciones generales de dimerización y clusterización exacta en sistemas de espines. Se muestran finalmente resultados ilustrativos y novedosos en sistemas de espines con interacción tipo XYZ en presencia de un campo magnético.

072. Dependencia del campo coercitivo con la temperatura de nanohilos de Ni

Escudero Bruna E. A.¹, Romá F.², Meneses F.³, Bercoff P. G.³, Dolz M. I.²

¹ Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN), Universidad Nacional de Cuyo (UNCuyo)

² Facultad de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales (FCFMyN), Universidad Nacional de San Luis (UNSL), Instituto de Física Aplicada (INFAP)

³ Facultad de Matemática Astronomía, Física y Computación (FAMAF), Universidad Nacional de Córdoba (UNC), Instituto de Física Enrique Gaviola (IFEG)

Las técnicas experimentales modernas permiten sintetizar diferentes tipos de estructuras magnéticas de tamaño micrométrico: nanopartículas, nanohilos, nanotubos, etc. En general, las mediciones de estos sistemas son efectuadas sobre muestras que contienen un gran número de entidades, lo que permite determinar únicamente las propiedades físicas colectivas o promedio de tales ensambles. A partir de estas mediciones macroscópicas, es muy difícil inferir cuál es el comportamiento físico individual de cada nano/micro estructura. Afortunadamente, en la actualidad es posible usar micro-magnetómetros para medir las características magnéticas de una única entidad. Hay diferentes tipos de micro-sensores que pueden usarse como magnetómetros de alta sensibilidad. Entre ellos están los dispositivos MEMs (*Micro Electro Mechanical Systems*) y los micro-sensores *Hall*.

En este trabajo se estudiaron las propiedades magnéticas de nanohilos de Ni, los cuales fueron sintetizados usando una técnica de electrodeposición sobre una membrana de alúmina porosa. En primer lugar, empleando un microsensar *Hall* se comprobó que estos arreglos ordenados presentan un comportamiento anómalo del campo coercitivo H_c con la temperatura, ya que esta magnitud tiende a disminuir cuando la temperatura del sistema disminuye. Posteriormente, usando un microoscilador mecánico de silicio, se pudo medir H_c para nanohilos aislados, es decir, liberados de la membrana de alúmina. En este caso, se detectaron valores considerablemente más grandes del campo coercitivo y la citada anomalía desapareció. Se discute cuál es el origen de este efecto teniendo en cuenta las condiciones a las que están sometidos los nanohilos, tanto en un arreglo ordenado (nanohilos muy próximos entre sí y rodeados de la membrana de alúmina) como cuando se encuentran aislados (en este caso, aunque al liberarlos desaparecen las interacciones dipolares con los nanohilos vecinos y magnetoelásticas con la membrana, por estar expuestos a la atmósfera su capa exterior se oxida).

073. Efectos de la intensificación temporal de la interacción en la transición de desanclaje

Pereyra Aponte Francisco Valentín¹, Jagla Eduardo Alberto²

¹ Instituto Balseiro (IB), Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Centro Atómico Bariloche (CAB)

² Instituto Balseiro (IB), Centro Atómico Bariloche (CAB), Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

Se investigó el modelo de desanclaje (*depinning*) de superficies elásticas, incorporando un mecanismo de "envejecimiento" que refuerza la interacción como función del tiempo de contacto. La motivación de esta incorporación es el estudio de mecanismos de relajación que son importantes en la dinámica de terremotos. Observamos que la incorporación de este mecanismo genera, luego de un desanclaje inicial, nuevos desanclajes en el sistema que tienen características similares a las de las "réplicas" en un contexto sísmico.

El modelo usado consiste en una red rectangular de partículas conectadas elásticamente entre vecinos próximos, forzada (nuevamente a través de resortes) a moverse sobre un potencial rugoso desordenado. En este caso, el envejecimiento implica intensificar el potencial de anclaje una vez que una partícula se localiza en un pozo de potencial.

La inclusión del envejecimiento en el sistema mejora la representación de fenómenos naturales como los terremotos y réplicas, pudiendo compararse los resultados obtenidos con las leyes empíricas de Gutenberg-Richter y la ley de Omori.

074. Cálculos DFT de adsorción de hidrógeno sobre Níquel

Gimenez María Cecilia¹, Reinaudi Luis², Amaya-roncancio Sebastián³, Avalle Lucía B.¹, Gramlich Matthías⁴, Bernacker Christian I.⁴

¹ Instituto de Física Enrique Gaviola (IFEG)

² Instituto de Investigaciones en Físico-Química de Córdoba (INFIQC)

³ Universidad de la Costa, Barranquilla, Colombia.

⁴ Fraunhofer Institute for Manufacturing Technology and Advanced Materials, IFAM Dresden, Alemania.

El hidrógeno verde es fundamental para la producción y almacenamiento de energía limpia y ofrece un camino para alejarse de los combustibles fósiles y la posibilidad de una economía energética más sustentable. La electrólisis alcalina es un proceso muy utilizado para producir hidrógeno verde. Un material de electrodo muy utilizado es el níquel, o el níquel Raney extremadamente rugoso, que está sujeto a degradación. En la literatura, la formación de hidruro de níquel se cita a menudo como la causa de la disminución de la actividad, por lo que la aclaración del mecanismo de formación de hidruro de níquel y las consecuencias para la estructura de bandas es de interés científico.

En el presente trabajo se realizaron cálculos de tipo DFT con el programa Quantum Espresso de adsorción de átomos de hidrógeno, moléculas de H_2 y moléculas de H_2O sobre superficies de Níquel (001) y (111). Para el átomo de H , se encontró, en ambas caras, que el sitio de adsorción más favorable es el hollow, seguido del bridge y luego del top. En el caso de moléculas de H_2 se encontró que, cuando se intenta adsorber en orientación "vertical", la molécula tiende a

alejarse de la superficie, mientras que en posición "horizontal", la molécula se disocia, dando como resultado, la adsorción de dos átomos de H en dos sitios hollow diferentes, excepto para la posición top. Para la molécula de agua, en casi todos los casos, se encontró que la misma tiende a alejarse de la superficie, excepto para la adsorción on top, con el átomo de oxígeno apuntado hacia el átomo de Níquel.

075. Magnetotransporte en películas epitaxiales de $Fe_{85}Co_{15}$

Saba L.¹, Butera A.^{1 2 3}, Pérez Morelo D. J.^{1 2 4}, Granada M.^{1 2 3}, Velázquez Rodríguez D.^{2 3}, Gómez J. E.^{2 3}, Avilés Félix L.^{1 2 3}

¹ Instituto Balseiro, Universidad Nacional de Cuyo (UNCuyo), Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA)

² Instituto de Nanociencia y Nanotecnología (CNEA - CONICET), Nodo Bariloche

³ División Resonancias Magnéticas, Centro Atómico Bariloche

⁴ División Dispositivos y Sensores, Centro Atómico Bariloche

Se realizaron mediciones de magnetotransporte en estructuras del tipo barra Hall sobre películas delgadas epitaxiales de $Fe_{85}Co_{15}$. Mediciones de efecto Kerr sobre muestras fabricadas con el mismo procedimiento, permitieron identificar anisotropías magnética uniaxial y magnetocristalina cúbica. Se determinó que, cuando la corriente de 10^3 A/cm² es aplicada en la dirección de un eje de difícil magnetización debido a la anisotropía magnetocristalina, un valor de magnetoresistencia anisotrópica (AMR) de 0.211 %. Este experimento se realizó para campos entre 150 y 800 mT y temperaturas entre 80 y 150 K, sin observarse dependencia en estas variables. De la misma manera se determinó que, cuando la corriente es aplicada en la dirección de un eje fácil, un valor de AMR de 0.17 %. También, se realizaron mediciones de transporte variando la magnitud del campo magnético a una temperatura constante de 150 K. Esto se repitió para distintas direcciones del campo sobre el plano de la muestra. Aprovechando la magnetoresistencia anisotrópica, este tipo de mediciones permiten determinar la dirección de la magnetización de la muestra para los distintos valores de campo aplicado. Además, se hizo una propuesta fenomenológica de la energía libre magnética cuyos mínimos corresponden a las direcciones de equilibrio de la magnetización. Finalmente, se ajustaron las constantes de anisotropía magnetocristalina y uniaxial a los puntos experimentales, dando como resultado $K_c = 21(5)$ KJm³ y $K_u = 11(5)$ KJm³, respectivamente.

076. Estudio de primeros principios del sistema Kagomé distorsionado

$Fe_4Si_2Sn_7O_{16}$

Fernández Victoria Inés^{1 2}, Melo Quintero Jhon Jaither², Mudarra Navarro Azucena Marisol^{1 2}, Matera Juan Mauricio^{1 2}, Lamas Carlos Alberto^{1 2}, Errico Leonardo Antonio^{1 2 3}

¹ Instituto de Física de La Plata (IFLP), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

² Universidad Nacional de La Plata (UNLP), Facultad de Ciencias Exactas (FCE), Departamento de Física

³ Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires (UNNOBA)

Desde la primera publicación referida al estado fundamental de una red triangular de espines de Ising [1], los sistemas con redes magnéticas geoméricamente frustradas (GFM) han despertado gran interés tanto desde el punto de vista teórico como experimental. Las redes GFM perfectas promueven la aparición de una serie de estados exóticos de la materia. Los casos GFM más famosos son los de la red triangular y la red de Kagomé. En particular, los sistemas bidimensionales que presentan la estructura de la red de Kagomé son candidatos ideales para estudiar fenómenos físicos fascinantes, como los líquidos de espín, plateaus (mesetas) de magnetización y otros comportamientos novedosos [2]. Sin embargo, y a pesar del gran interés teórico, los estudios experimentales de la red de Kagomé se han visto obstaculizados por la dificultad de sintetizar dichos materiales. Ejemplos recientes de síntesis de este tipo de sistemas son $ZnCu_3(OH)_6C_{12}$ [3], considerado como uno de los mejores candidatos a presentar un comportamiento tipo líquido de espín cuántico, $YCu_3(OH)_6Br_2$ [4], o $X_2Cu_5(FeO_3)(SO_4)_3(OH)_4$ ($X : Na, K$) entre otros [5]. Recientemente, se ha reportado la estructura del sistema $Fe_4Si_2Sn_7O_{16}$ [6] junto con diferentes resultados experimentales [6]. Este material presenta una estructura bidimensional tipo Kagomé distorsionada. Recientemente diseñamos una metodología para determinar un conjunto, mínimo y representativo, de ecuaciones que permitan obtener constantes de acoplamiento magnético con error estadísticamente aceptable [7]. En este trabajo utilizamos esta metodología combinada con los primeros resultados del estudio mediante métodos de primeros principios basados en la teoría de la funcional densidad (DFT) del sistema $Fe_4Si_2Sn_7O_{16}$. Presentamos aquí los resultados obtenidos considerando diferentes estructuras magnéticas, centrándonos en la determinación de propiedades estructurales y electrónicas del sistema y el comportamiento magnético de los átomos Fe . Esta estructura presenta la ventaja adicional que, al contener Fe , se pueden obtener las interacciones hiperfinas en sitios Fe para comparar con experimentos Mössbauer con ^{57}Fe como sonda reportados en la literatura. Los primeros resultados obtenidos para las propiedades estructurales, electrónicas, magnéticas e hiperfinas aquí reportados están en excelente acuerdo con los experimentales, lo que muestra la capacidad de nuestra propuesta de estudio (que combina DFT, el modelo de Heisenberg y modelos numéricos como simulaciones Montecarlo y diagonalización de matrices sparse) para avanzar en el estudio de las curvas de magnetización y las propiedades termodinámicas del sistema.

[1] G.H. Wannier, Phys. Rev. 79 (1950) 357.

[2] Xiaochen Liu et al, J. Magn. Magn. Mater. 565 (2023) 170228.

- [3] J.S. Helton et al, Phys. Rev. Lett. 98 (2007) 107204.
 [4] Z.Y. Zeng et al, Phys. Rev. B 97 (2022) 054417.
 [5] I. Bartolomé et al, Phys. Rev. B 106 (2022) 195119.
 [6] C.D. Ling et al, Phys. Rev. B 96 (2017) 180410(R).
 [7] J.M. Matera et al, Comput. Mater. Sci. 178 (2020) 109628.

077. Estudio DFT de Propiedades Termoeléctricas en TeGe Dopado con Sn y Sb: Efectos de Vacancias y Fase Cristalina

Chucchucan Gonzalez S L¹, Mudarra Navarro A M^{1 2}, Errico L A^{3 1}

¹ Instituto de Física de La Plata (IFLP), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), 1900, La Plata, Argentina

² Universidad Nacional de La Plata (UNLP), Facultad de Ciencias Exactas, Departamento de Física

³ Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires (UNNOBA), Monteagudo 2772,2700, Pergamino, Buenos Aires, Argentina

Las tecnologías de energía actuales, dependientes de combustibles fósiles, impactan negativamente el medio ambiente. Los materiales termoeléctricos (TE) ofrecen una solución sostenible al convertir calor en electricidad. La eficiencia de estos materiales se mide con el parámetro ZT , que depende del coeficiente de Seebeck, la resistividad eléctrica, la temperatura y la conductividad térmica. Para optimizar el rendimiento TE, es crucial ajustar el nivel de Fermi, que se puede regular mediante el dopaje.

Entre los materiales con potencial aplicación como TE, los compuestos basados en Ge-Te destacan por sus altos valores de ZT en el rango de temperatura media [1]. Si bien el TeGe es un material prometedor, la presencia de vacancias intrínsecas de Ge conduce a una alta concentración de huecos y estabilidad térmica deficiente [1]. El dopaje controlado reduce la concentración de huecos, pero deteriora la movilidad de los portadores. TeGe experimenta una transición de fase cúbica a romboédrica por debajo de 700 K [1]. La fase romboédrica tiene menor concentración de vacancias de Ge, buena estabilidad térmica y reproducibilidad del rendimiento TE, permitiendo ajustar la concentración de vacancias mediante recocido y dopaje controlado [1].

Este estudio presenta un análisis DFT de las propiedades estructurales, electrónicas, de transporte y termoeléctricas de TeGe dopado con Sn y Sb, considerando vacancias de Te y Ge en fases cristalinas cúbica y romboédrica. Utilizamos métodos Quantum Espresso (QE) y FP-LAPW para simular la dilución de dopantes y vacancias con superceldas que reproducen concentraciones experimentales. Las propiedades de transporte se calcularon con el modelo de banda rígida [2] y las ecuaciones de transporte de Boltzmann [3,4], implementadas en BoltzTraP [5]. Como resultado de estos cálculos, se ha logrado estabilizar el sistema TeGe con vacancias ubicadas en la red del Ge, además el dopaje con Sb y Sn ha permitido mejorar el rendimiento termoeléctrico obteniendo valores de ZT alrededor de 2 a temperatura ambiente.

- [1] Min Zhang, Adv. Funct. Mater. 2024, 34, 2307864, 2024.
 [2] Mal-Soon Lee and S. D. Mahanti, Phys. Rev. B 85, 165149 (2012).
 [3] Lanqing Xu, Hui-Qiong Wang, and Jin-Cheng Zheng, Journal of Electronic Materials 40, 641, 2011..
 [4] V. K. Gudelli, et al., J. Phys. Chem. C 117, 21120, 2013.
 [5] G. K. Madsen, D. J. Singh, J. Comput. Phys. Commun. 175, 67-71, 2006.

078. Solidificación de aleaciones de aporte de soldadura Sn-Cu-Ag-Bi

Fornaro Osvaldo¹, Roa Lucas¹, Morando Carina¹

¹ Instituto de Física de Materiales Tandil (IFIMAT), Centro de Investigaciones en Física e Ingeniería del Centro de la Provincia de Buenos Aires (CIFICEN), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

Desde hace unas décadas, se ha impulsado, fundamentalmente en la Unión Europea y en distintas comunidades industriales, el hecho de quitar el contenido de plomo en las aleaciones de aporte de soldadura utilizada en la fabricación de componentes electrónicos. El motivo de la iniciativa es el de disminuir el efecto medioambiental de la deposición y descarte de componentes electrónicos conteniendo *Pb*. Estos cambios son impulsados por dos directivas que entraron en vigencia a partir del 2006 denominadas ROHS [1] y WEEE [2]. Las aleaciones *Sn-Ag-Cu* son candidatas a ser utilizadas en la unión y soldadura de dispositivos electrónicos en lugar de las históricamente más utilizadas de *Sn-Pb*. El comportamiento y propiedades de las aleaciones libres de plomo es un campo bastante fructífero para su estudio. Particularmente, la secuencia de solidificación se desarrolla en cercanías del equilibrio, pero se ve afectada por la formación de fases secundarias intermetálicas η (Cu_6Sn_5) Y ϵ (Ag_3Sn). Uno de los efectos no deseados durante la utilización de esta aleación como aporte de soldadura, es el sobreenfriamiento metaestable de la fase *Sn* durante la solidificación. Una de las soluciones

propuestas es el añadido de elementos traza como *Bi*, *In*, *Zn* o *Cd*, lo que afecta tanto la secuencia de solidificación como las propiedades y temperaturas características de la transición.

En este trabajo se realizó el estudio calorimétrico de las curvas de fusión y de enfriamiento de la aleación *Sn-Ag-Cu* eutéctica ternaria, modificada con *Bi* con 0, 0.5, 1, 2 y 3% en peso de *Bi* (en peso, relativo la cantidad de aleación ternaria). Los datos obtenidos permiten analizar el efecto del contenido de *Bi* sobre la aleación original utilizando el método CALPHAD, por medio del software OpenCALPHAD (actualmente versión 6.071, 18.06.2024) y bases de datos adecuadas de acceso libre.

[1] ROHS [Union Europeenne. "Directive 2002/96/ec on waste electrical and electronic equipment (weee)". J.EU, 37:24–38, 2003]

[2] WEEE [EEUU Directive. Restriction of the use of certain hazardous substances in electrical and electronic equipment (rohs), Off. J. Eur. Communities, 46:19–23, 2013].

079. Adsorción de nano clusters de óxido de hierro en montmorillonita

Díaz De Rosa V L^{1 2}, Montes M L^{1 3}, Taylor M A^{1 4}, Alonso R E^{1 4 2}

¹ Instituto de Física de La Plata (IFLP)

² Universidad Nacional Arturo Jauretche (UNAJ)

³ Universidad Nacional de La Plata (UNLP), Facultad de Ciencia Exactas, Departamento de Física

⁴ Universidad Nacional de La Plata (UNLP), Facultad de Ingeniería

El considerable incremento de la industria ha producido un impacto negativo en el entorno natural. La polución es uno de los desafíos más significativos que enfrenta la sociedad, particularmente en lo que respecta al agua, dado su relevancia directa para la vida del planeta. Varios métodos empleados en las tecnologías de remediación se fundamentan en el proceso de absorción, utilizando materiales como los minerales arcillosos, por ejemplo, la montmorillonita (MMT). Por otro lado, dotar de propiedades magnéticas a los materiales aptos para la remediación permitiría su manipulación utilizando campos magnéticos externos con el fin de su recuperación, reduciendo así los potenciales riesgos para la salud en el proceso (1).

En este trabajo se presentan resultados preliminares de adsorción de nano clústeres de estequiometría de magnetita (Fe_3O_4) y maghemita (Fe_2O_3) en diferentes superficies de

$Na_{0,41}[(MgAl_3O_8(OH)_4(Si_8O_{12}))_2 \cdot 4(H_2O)]$ (Na-MMT).

El modelado de la superficie Na-MMT se realizó en el marco de la Teoría de la Funcional Densidad utilizando cálculos de primeros principios. A partir de la estructura prístina de Na-MMT se construyeron súper celdas de 2 capas separadas con vacío de 25Å de espesor, considerando diferentes orientaciones. Las superficies así obtenidas tanto como los nano clústeres de estequiometría Fe_3O_4 y Fe_2O_3 fueron optimizados previo a la construcción de cada sistema compuesto. Por medio del análisis energético se determinó que la superficie más factible es la 001. Se analizaron diferentes sitios de adsorción sobre dicha superficie mediante un acercamiento del cluster por pasos, partiendo desde una distancia de 8Å, y luego acercando cada 2Å hasta llegar a los sitios seleccionados (2), permitiendo en cada uno la relajación del sistema. Primero, se calculó la energía de adsorción para cada sistema, lo que permitió realizar un análisis energético y determinar que los sitios más probables de adsorción son los átomos de oxígeno y silicio. Posteriormente, se calcularon los parámetros hiperfinos en el sitio del Fe para compararlos con los resultados experimentales obtenidos mediante espectroscopía Mössbauer.

Referencias

1. Montes ML, Barraqué F, Bursztyñ Fuentes AL, Taylor MA, Mercader RC, Miehé-Brendlé J, et al. Effect of synthetic beidellite structural characteristics on the properties of beidellite/Fe oxides magnetic composites as Sr and Cs adsorbent materials. *Materials Chemistry and Physics*. abril de 2020;245:122760.

2. Wungu TDK, Yusfi M, Suprijadi S. A Density Functional Theory Study on using Montmorillonite to Reduce Air Pollution. *MST*. 20 de diciembre de 2020;24(3):99.

080. Estudio de fonones ópticos en juntas irradiadas de InGaP/GaAs

López Porto Candela^{1 2 3}, Giudici Paula^{1 4 2}, Rozas Guillermo^{4 6 5}, Pérez Pablo Daniel^{4 5}

¹ Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Centro Atómico Constituyentes (CAC)

² Instituto de Nanociencia y Nanotecnología (INN)

³ Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN), Universidad de Buenos Aires (UBA)

⁴ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

⁵ Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Centro Atómico Bariloche (CAB)

⁶ Instituto Balseiro (IB)

Los compuestos semiconductores III-V como GaAs e InGaP son materiales típicamente usados en celdas solares de altas eficiencias para aplicaciones espaciales. En el espacio los dispositivos sufren una degradación en su eficiencia como producto de la presencia de partículas cargadas de altas energías, pudiendo incluso dañarlos definitivamente. Es por ello que es relevante estudiar el daño por radiación en las prestaciones de dichos materiales. Este trabajo se enmarca en el estudio

del daño por radiación de compuestos semiconductores InGaP y GaAs mediante la técnica de espectroscopía Raman, que permite investigar los modos vibracionales de la estructura cristalina de dichos materiales.

Se estudiaron crecimientos epitaxiales de InGaP y GaAs crecidos en Alemania e irradiados en el CAB, Bariloche. Utilizando la técnica de espectroscopía Raman se observa un cambio significativo en el espectro de fonones ópticos en zonas de las muestras donde fueron irradiadas con partículas de altas energías. En particular, se observa, en zonas irradiadas de la muestra, una mejora en las características de los picos asociados a fonones ópticos: aumentan su intensidad y afinan su ancho, donde uno supondría que el material tiene más defectos.

En este trabajo se discute el origen de la dependencia con la radiación de la intensidad de los fonones ópticos, relacionándolos con cambios en la sección eficaz del tensor Raman. Para ello se utilizaron fuentes de excitación (láseres) de diferentes energías, variando la polarización de la luz y la temperatura de las muestras.

[1] E. Yaccuzzi, et. al, Effect of radiation on GaAs and InGaP for multijunction solar cells investigated by optical spectroscopy, J. Phys. D: Appl. Phys. 54 115302, (2020).

081. Propiedades de transporte y nanoestructura de soluciones superconcentradas de mezclas de sales de litio con $ZnCl_2$ y líquido iónico para la separación isotópica de litio

Drelewicz Maximiliano¹, Simonelli Hernan¹, Drelewicz Santiago¹, Flores Leandro¹, Acosta Lautaro², Montenegro Lucas³, Steinberg Paula⁴, Lafuente Deborah⁴, Morzan Ezequiel⁴, Herrera Facundo³, Corti Horacio⁵

¹ Universidad de Buenos Aires (UBA), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN), Departamento de Física

² Centro de Investigación y Desarrollo en Materiales Avanzados y Almacenamiento de Energía de Jujuy (CIDMEJU-CONICET)

³ Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Laboratorio Argentino de Haces de Neutrones (LAHN)

⁴ Centro Atómico Constituyentes (CAC), Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Gerencia Química

⁵ Centro Atómico Constituyentes (CAC), Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Departamento de Física de la Materia Condensada e Instituto de Nanociencia y Nanotecnología

Los isótopos estables de Li (${}^6\text{Li}$ 7,42 % y ${}^7\text{Li}$ 92,58 %) tienen propiedades muy diferentes con relación a su interacción con neutrones. Mientras que el ${}^7\text{Li}$ es transparente a los mismos, el ${}^6\text{Li}$ tiene una alta sección eficaz de absorción (940 barns), por lo que ambos tienen importantes aplicaciones en tecnología nuclear con un alto valor agregado.¹ La separación de los isótopos de Li por métodos electroquímicos, basada en depositar o intercalar Li sobre metales, óxidos mixtos o materiales carbonosos con estructura grafitica, se realiza utilizando solventes orgánicos, con factores de separación relativamente bajos.

En este trabajo exploramos el uso de mezclas superconcentradas de sales de litio (comúnmente llamadas "water-in-salt") con otras sales de metálicas, como $ZnCl_2 + LiCl$, que se han utilizado como electrolitos en baterías de Zn-aire,² o con líquidos iónicos como 1-ethyl-3-methylimidazolium bis(trifluorometanesulfonyl)imide [Emim]TFSI + LiTFSI, donde la relación agua/ Li^+ > 2, que han sido utilizados como electrolitos en baterías Li-ion.^{3,4} En estas soluciones superconcentradas no existe agua libre, por lo que se amplía la ventana electroquímica para depositar/insertar litio sin descomponer el agua. A su vez, una baja relación agua/ Li^+ , aumentaría el factor de separación isotópica.

Hemos determinado la viscosidad y la conductividad eléctrica de soluciones de $ZnCl_2$ 30 molal + LiCl 5-20 molal y [Emim]TFSI 20 molal + LiTFSI 40-45 molal, a distintas temperaturas y mostramos el desacople entre la movilidad eléctrica y la viscosidad como consecuencia de la existencia de heterogeneidades dinámicas y estructurales a escala nanoscópica. Esta nano-estructuración fueron examinadas mediante técnicas de dispersión de neutrones y de rayos-X de bajo ángulo (SANS y SAXS).

Las propiedades volumétricas de ambas mezclas fueron determinadas mediante la medida de las densidades de las soluciones a varias temperaturas. Mientras las soluciones [Emim]TFSI + LiTFSI se comportan como mezclas ideales, las mezclas $ZnCl_2 + LiCl$ presentan volúmenes en exceso importantes relacionados con la hidratación preferencial de los iones Zn^{2+} y Li^+ .

Medimos el factor de separación isotópica (cociente entre la relación ${}^6\text{Li}/{}^7\text{Li}$ en el sustrato sobre el que se deposita o inserta Li y en la solución) mediante espectrometría de masas de termo-ionización (TIMS). En el caso de la co-deposición de Li metálico junto con Zn sobre un cátodo de Zn los resultados son muy satisfactorios, con el ${}^6\text{Li}$ enriquecido en el depósito catódico con factores de separación superiores a 1,03. Estos resultados permitirán diseñar un dispositivo electroquímico para realizar la separación isotópica en mayor escala.

1. H. R. Corti. El litio y sus isótopos en tecnología nuclear: separar para agregar valor. Ciencia e Investigación 73 (2023) 31-39.

2. C. Zhang et al. A $ZnCl_2$ water-in-salt electrolyte for a reversible Zn metal anode. Chem. Commun. 54 (2018) 14097.

3. Q. Dou et al. "Water in salt/ionic liquid" electrolyte for 2.8 V aqueous lithium-ion capacitor. Sci. Bulletin 65 (2020) 1812.

4. M. Becker et al. The hydrotropic effect of ionic liquids in water-in-salt electrolytes. Angew. Chem. Int. Ed. 60 (2021) 14100.

082. Propiedades volumétricas de los sistemas propanoato de etilo +, heptano y propanoato de etilo + octano, a diversas temperaturas

Benjamin Silvina¹, Camacho Alberto^{1 2}, Orozco Mirtha^{1 2}

¹ Universidad Nacional del Comahue. Facultad de Ingeniería Neuquén

² Instituto de Investigación en Tecnologías y Ciencias de la Ingeniería. IITCI. CONICET-UNComa. Neuquén

La innovación en la industria de los recubrimientos, tintas, y adhesivos usando Solventes Sustentables hace que resulte de interés para su desarrollo un análisis completo de las propiedades de los fluidos, en estado líquido, para poder decidir cuáles son posibles aplicar como reemplazo del tolueno, debido a los efectos asociados a su uso. Con fin de determinar si el propanoato de etilo también cumple los requerimientos para su uso como solvente, se realizó el estudio de las propiedades termo físicas a presión atmosférica de mezclas binarias y ternarias de esteres con alcanos en función de la temperatura, composición y longitud de la cadena molecular. En este trabajo se reportan los datos experimentales de la densidad para los sistemas binarios: propanoato de etilo + heptano y propanoato de etilo + octano en todo el rango de composición, a presión atmosférica y a las temperaturas de 288,15 K; 298,15 K y 308,15 K.

El equipo utilizado para obtener experimentalmente las densidades es un densímetro digital ANTON PAAR DSA 5000 con controlador interno de temperatura. Las sustancias empleadas en la determinación experimental de la densidad son heptano (Fluka), octano (Fluka) y propanoato de etilo (Aldrich).

A partir de los datos de la densidad se determinó el volumen molar y la magnitud de exceso de esta propiedad. Todos los valores experimentales obtenidos fueron analizados en función de su temperatura y composición. Las propiedades experimentales fueron ajustadas mediante la correlación de Redlich-Kister [1] para sistemas binarios.

La densidad medida fue utilizada para calcular el coeficiente de expansión volumétrico. El análisis de los resultados obtenidos para este coeficiente, cuyos valores resultaron positivos, permite explicar los fenómenos a nivel molecular que ocurren y que justifican los valores positivos del volumen de exceso. El coeficiente de expansión positivo muestra que al aumentar la temperatura aumenta el volumen de la mezcla. Esto indica que al aumentar la temperatura se produce un aumento de la distancia media de las moléculas del sistema resultando en una estructura líquida menos densa.

[1] Redlich, O., Kister, A. (1948). Algebraic representation of thermodynamic properties and the classification of solutions. *Ind. Eng. Chem.*, 40, 345-348.

083. Síntesis y estudio de dinámica electrónica en nanoestructuras de ZnO

Cornet Matias^{1 2 3}, Grinblat Gustavo^{4 2}, Marin Ramirez Oscar^{1 3}, Bragas Andrea V.^{4 2}, Comedi David^{1 3}

¹ Instituto de Física del Noroeste Argentino (IFINOA), CONICET-UNT

² Universidad de Buenos Aires (UBA), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN), Departamento de Física

³ Universidad Nacional de Tucumán (UNT), Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología (FACET), Departamento de Física

⁴ Instituto de Física de Buenos Aires (IFIBA), CONICET-UBA

En los últimos años, los avances tecnológicos han impulsado la demanda de materiales con propiedades optoelectrónicas superiores para hacer frente a nuevos retos y necesidades. La búsqueda de materiales eficientes, sustentables y versátiles se ha intensificado, especialmente en el ámbito del cuidado ambiental y la producción de energía. En este contexto, el óxido de zinc (ZnO) se ha convertido en uno de los más estudiados en las últimas décadas. Sus propiedades, entre las que se incluyen una energía de banda prohibida de 3.37 eV ($\lambda_{eq} = 368nm$) y una energía de ligadura excitónica de 60 meV, superior a la energía térmica a temperatura ambiente, junto con la posibilidad de nanoestructuración a través de síntesis sencillas, escalables y amigables con el medio ambiente, lo convierten en un candidato ideal para aplicaciones en fotocatalisis y fabricación de celdas solares [1]. Con respecto a esto último, las nanoestructuras de una dimensión facilitan el transporte de portadores de carga fotoexcitados [2].

En este trabajo, se sintetizaron nanobarras y nanohilos de ZnO empleando dos técnicas distintas. Las nanobarras fueron crecidas mediante un método de síntesis solvotermal, y los nanohilos utilizando el método de transporte en fase de vapor. Las muestras se caracterizaron mediante microscopía electrónica de barrido (SEM) y fotoluminiscencia. Los experimentos revelaron diámetros desde las decenas de nanómetros hasta unos pocos micrómetros, y largos de entre 1 y 20 μm , que muestran emisión en el UV cercano, debida a recombinaciones de origen excitónico; y en el visible, debida a recombinaciones mediadas por estados electrónicos presentes en la banda prohibida, originados por defectos puntuales en la estructura del material.

Con una parte de las nanoestructuras, se prepararon suspensiones coloidales que fueron vertidas sobre sustratos de vidrio con patrones de resina microestructurada. Las muestras fueron analizadas en un microscopio óptico y con SEM. Este protocolo permitió el estudio de nanoobjetos individuales selectos utilizando óptica ultrarrápida en un experimento del tipo bombeo-prueba. A través de esta técnica, se estudió la respuesta transitoria y dinámica de portadores en el material en la escala de los picosegundos. Los resultados revelaron procesos electrónicos típicos de semiconductores de banda directa, y el protocolo desarrollado abre las puertas a estudios posteriores que permitan refinar el proceso de síntesis y la calidad de las nanoestructuras.

- [1] Raha S, Ahmaruzzaman M. ZnO nanostructured materials and their potential applications: progress, challenges and perspectives. *Nanoscale Advances*. 2022;4(8):1868-925.
- [2] Aspoukeh PK, Barzinjy AA, Hamad SM. Synthesis, properties and uses of ZnO nanorods: a mini review. *International Nano Letters*. 2022 Jun;12(2):153-68.

MECÁNICA ESTADÍSTICA, FNL Y SC (PARTE 1)

MIÉRCOLES 18 17:30 - 19:30 hs.

Sala Angelelli

084. Propiedades no lineales de la densidad de protones en el viento solar

Lauxmann Granillo Marisol¹, Abaca Facundo Máximo², Vega Caro María Ailen¹, Zamora Darío Javier^{2 3}¹ Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología (FACET), Departamento de física² Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología (FACET), Laboratorio de ionosfera, atmósfera neutra y magnetosfera³ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Laboratorio de ionosfera, atmósfera neutra y magnetosfera

El viento solar se refiere a un flujo de partículas de baja densidad y alta velocidad que emana del Sol y se extiende por toda la heliosfera, varios procesos que tienen lugar en el viento solar son no lineales. Para estudiar estos procesos es necesario considerar las variaciones temporales de las características del viento solar. La mayoría de los métodos tradicionales de la física clásica son aplicables principalmente a fenómenos estacionarios o cuasiestacionarios, pero los regímenes dinámicos, las fluctuaciones y la escala autosimilar deben considerarse utilizando los métodos de dinámica no lineal. Un atributo clave del viento solar es la turbulencia, que se observa comúnmente tanto en flujos de fluidos neutros como de plasma. Sirve como mecanismo a través del cual la energía se transfiere desde escalas mayores, donde se origina, a escalas menores. En estos niveles microscópicos, los procesos disipativos y dispersivos convierten efectivamente la energía en formas tales como calor o partículas aceleradas. La transferencia de energía de naturaleza no uniforme hace que la energía se concentre en pequeñas regiones espaciales, lo que da lugar a la aparición de fluctuaciones altamente energéticas. Las fluctuaciones exhiben una escala de ley de potencia, tal comportamiento surge de la invariancia de escala y autosimilitud del sistema. Como consecuencia, las colas de las funciones de distribución de probabilidad están pobladas por estas partículas energéticas, lo que lleva a la aparición de las llamadas distribuciones de cola larga o gruesa. Por último, hay evidencia de que para llegar a ese estado de cuasiequilibrio no gaussiano, se necesitan procesos de relajación lentos. Con la llegada de la exploración espacial, se han llevado a cabo numerosas misiones espaciales para medir los parámetros y los campos del viento solar. Estas misiones ofrecen una oportunidad excepcional para obtener información valiosa sobre este fenómeno. En el presente trabajo, mostramos que las observaciones de la densidad de protones del viento solar en función del tiempo realizadas por varios satélites presentan estructuras no lineales. En particular en este trabajo vamos a analizar de manera sistemática, los datos de varios satélites de los últimos 3 años. Además, interpretamos los resultados a la luz de la mecánica estadística no extensiva, que parece estar de acuerdo con la estructura no lineal observada.

085. Efecto de las condiciones iniciales y de contorno en la adsorción de esferas rígidas: Estudio por Dinámica Molecular

Rodríguez Juan Martín¹, Cornette Valeria², Porasso Rodolfo¹¹ Universidad Nacional de San Luis (UNSL), Departamento de Física, IMASL (CONICET)² Universidad Nacional de San Luis (UNSL), Departamento de Física, INFAP (CONICET)

El gas de esferas rígidas es un modelo para simular gases sencillos, pero que puede conducir a resultados generales bastante interesantes. En este trabajo, se busca analizar cómo las condiciones iniciales en una simulación mediante dinámica molecular de un gas de esferas rígidas encerrado en una caja con condiciones de contorno no periódicas afecta al fenómeno de adsorción.

En una caja con forma de prisma rectangular se determinan cinco paredes elásticas y una pared adsorbente, en la cual las esferas se "pegan" (pierden toda su velocidad) al momento de tocarla. Luego se analiza como distintas configuraciones iniciales o condiciones de contorno cambian el cubrimiento en la superficie adsorbente a lo largo del tiempo. Se analizan variaciones en cinco condiciones de contorno y dos configuraciones iniciales: poner las esferas de forma ordenada, en una grilla, y luego dejar al gas relajándose un tiempo de relajación en un subvolumen de la caja, o ponerlas aleatoriamente sin solaparse, y que el gas se relaje siguiendo el mismo método. En ambos casos la velocidad de todas las esferas tiene la misma magnitud pero dirección aleatoria en el espacio. Las condiciones de contorno que se varían son el tiempo de relajación, el alto del subvolumen de relajación, el área de la superficie adsorbente y el número de esferas en la caja.

Se hacen diez simulaciones para cinco valores de cada condición de contorno (dejando el resto fijas) en las dos configuraciones, luego se promedian estas diez simulaciones para obtener una curva para ese valor, y se comparan con las curvas del resto de valores. Se encuentra que cualquiera de las dos configuraciones iniciales son equivalentes en lo que a la adsorción respecta, y que el tiempo y el subvolumen dedicados a la relajación no modifican en nada las curvas de cubrimiento a lo largo del tiempo.

Se determina que, a mayor altura de la caja (mayor distancia entre la superficie adsorbente y la cara contraria) el cubrimiento es menor a lo largo del tiempo. Se determina también que, para las curvas de cubrimiento, es lo mismo aumentar el número de esferas que achicar la superficie adsorbente. Esto permite disminuir el tiempo de simulación enormemente, ya que el algoritmo no optimizado (sin utilizar celdas ni volúmenes vecinos de colisión) tiene una complejidad de $O(n^2)$ con n el número de esferas en la caja.

086. Modelado matemático bioacústico de las características sonoras de entornos cerrados

Navarro Silvia¹, Quiroga María Luz¹, Mascareño Sonia Laura¹, Leguizamón Guillermo Nolasco¹, Juárez Gustavo Adolfo¹
¹ Universidad Nacional de Catamarca (UNCA). Dep. Física - Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

El estudio de las características sonoras en entornos cerrados del predio de la Universidad Nacional de Catamarca, es primordial para esbozar propuestas que mejoren la calidad de vida de las personas y preserven el medioambiente, de acuerdo a lo establecido en los objetivos de la Agenda 2030. El comportamiento espacial del sonido alrededor de una fuente presente en un recinto cerrado, difiere notablemente de una localizada al aire libre, lejos de cualquier superficie reflectante. Esto se debe a que el sonido se refleja sobre los límites del cerramiento y sobre los objetos situados en su interior (muebles, personas, etc.). La percepción del sonido varía significativamente entre la parte frontal, lateral y al fondo del recinto cerrado (aula). En los límites del cerramiento, parte de la energía sonora incidente se refleja, parte se absorbe y parte se transmite a través de las paredes del mismo. Además, en cualquier lugar, existe ruidos procedentes de diferentes fuentes, unas próximas y otras lejanas, que puede reflejarse por las superficies, e incluso una parte de él, puede proceder de todas las direcciones caracterizado por la antrofonia, sonidos producidos por el ser humano dentro del entorno. Esto lleva a como las personas detectamos la localización del sonido, debido a que, en nuestras orejas, el sonido se retrasa en el oído más lejano de la fuente sonora, esto se llama Diferencia de Tiempo Interaural (ITD); la cual es causada por la distancia que hay entre las orejas, siendo distinta para cada persona debido a su anatomía. Es importante tener en cuenta que cuando las longitudes de onda son más pequeñas que la cabeza, el oído no puede detectar una relación entre dos señales. Por otro lado, la intensidad del sonido se amortigua en el oído lejano, esto se llama Diferencia de Nivel Interaural (ILD), genera la atenuación de los sonidos en el oído lejano, y también la disminución de la amplitud de sonido cuando hay más distancia con la fuente de sonido. Por tanto, el objetivo es analizar estos conceptos por medio de los modelos matemáticos dinámicos y su modelización matemática estructural, que aportaran al desarrollo teórico de los modelos matemáticos dinámicos, en particular lo discreto. Si bien, el aporte principal, es implementar en los modelos matemáticos dinámicos, el enfoque de los compartimentos, mediante los cuales, clasificaciones que poseen los elementos bajo estudio pueden ser interpretados a lo largo del tiempo, y que dichos compartimentos se trasladan de uno a otros, siendo este un esquema presente en diversas problemáticas de lo cotidiano.

087. Efectos de la interacción energética adsorbato-adsorbato sobre superficies modificadas mediante un enfoque teórico, experimental y simulaciones computacionales

Pasinetti Pedro Marcelo¹, Ledesma Myriam Marcela², Paz Zanini Verónica Irene³, Pinto Oscar Alejandro³

¹ Universidad Nacional de San Luis (UNSL), Instituto de Física Aplicada (INFAP), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

² Universidad Nacional de Santiago del Estero (UNSE), Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías,

³ Universidad Nacional de Santiago del Estero (UNSE), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Instituto de Bionanotecnología del NOA (INBIONATEC-CONICET), UNSE, RN 9 Km 1125 el Zanjón, Santiago del Estero, Argentina

En este trabajo presentamos una generalización del enfoque teórico de niveles de energía (TAEL por sus siglas en inglés) para describir la termodinámica y el comportamiento voltamperométrico de un electrodo modificado. El modelo considera la superficie de un electrodo plano modificado por la deposición irreversible de partículas fijas o impurezas que pueden bloquear los sitios de adsorción e interactuar lateralmente con otras partículas electroactivas. Estas últimas son capaces de transferir carga eléctrica. Por primera vez se consideran todas las energías, adsorbato-adsorbato y adsorbato-impurezas. El enfoque teórico general de niveles de energía (TAEL) considera para esta formulación una distribución de niveles de energía y la isoterma estándar de Langmuir. Se analizaron las isotermas de adsorción y la compresibilidad de la capa de adsorción, esta última íntimamente relacionada con la corriente voltamperométrica, en varios escenarios energéticos y varias densidades de impurezas. Las predicciones teóricas se compararon con resultados numéricos como la simulación Monte Carlo y un sistema experimental donde se consideró como impureza la arcilla sintética LDH[Zn-Al-Cl]. Se estudiaron varias condiciones; Interacciones laterales atractivas y repulsivas, diferentes cantidades de impurezas. El desempeño de las aproximaciones teóricas se analizó calculando un error integral. La teoría presentada se ajusta correctamente al sistema experimental y puede considerarse como punto de partida para análisis teóricos más complejos

088. Adsorción sobre nanopartículas con defectos superficiales: aproxi-

maciones de campo medio y de niveles de energía

Pasinetti P. M.¹, Pena Ausar J. E.², Pinto O. A.²

¹ Universidad Nacional de San Luis (UNSL), Instituto de Física Aplicada (INFAP), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

² Universidad Nacional de Santiago del Estero (UNSE), Instituto de Bionanotecnología (INBIONATEC), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

En este trabajo se estudian dos aproximaciones teóricas, TAEL (o theoretical approach of energy levels) y MMFA (o modified mean field approach), aplicados al estudio de decoración superficial de nanoestructuras modificadas tales como nanopartículas cristalinas. La superficie de dichas nanopartículas es modificada por medio de la adsorción irreversible al azar de defectos consistentes en átomos aislados. Tal deposición es llevada a cabo hasta alcanzar cierta densidad superficial, dejando el resto de los sitios disponibles para la adsorción de una segunda especie. A través de la formulación de la ecuación integral, el enfoque teórico permite obtener tanto la isoterma de adsorción como la compresibilidad de la capa adsorbida. La principal diferencia entre las dos aproximaciones es el grado de detalle considerado en su formulación matemática: TAEL toma en cuenta todos los niveles de energía mientras que MMFA considera solo un promedio. El grado de precisión de ambas teorías fue evaluado en comparación con resultados de simulaciones de Monte Carlo en la asamblea Gran Canónica. Se estudiaron diferentes casos considerando interacciones laterales tanto atractivas como repulsivas, así como también diferentes concentraciones de defectos. Los efectos de la nanoescala fueron considerados para diferentes tipos y tamaños de nanopartículas. A través del cálculo de un error integral se pudo confirmar que TAEL reproduce las principales propiedades de las cantidades analizadas en comparación con los resultados de simulación. Por otro lado, la performance de MMFA resulta aceptable dentro de un rango limitado de los parámetros, sin embargo, su fuerte se encuentra en la simplicidad matemática en comparación con TAEL.

089. Transiciones explosivas de epidemias inducidas por la fatiga a la cuarentena

Valdez Lucas Daniel¹

¹ Instituto de Investigaciones Físicas de Mar del Plata (IFIMAR)

Las medidas de cuarentena son una de las primeras líneas de defensa contra la propagación de enfermedades infecciosas. Sin embargo, mantener estas medidas durante periodos prolongados puede suponer un reto debido a un fenómeno conocido como fatiga a la cuarentena. En este trabajo [1], investigamos el impacto de la fatiga a la cuarentena en la propagación de enfermedades infecciosas utilizando un modelo epidémico en redes aleatorias con cliques. En nuestro modelo, los individuos susceptibles pueden ser puestos en cuarentena hasta n veces, tras lo cual dejan de cumplir las órdenes de cuarentena debido a la fatiga. Nuestros resultados muestran que la fatiga a la cuarentena puede inducir un régimen en el que aumentar la probabilidad de detectar y aislar a los individuos infectados (junto con sus contactos cercanos) podría incrementar posteriormente la cantidad de personas contagiadas. Además, observamos que la fatiga a la cuarentena puede desencadenar una transición de fase abrupta cuando el número de reproducción (R_0) es igual a 1. Por último, exploramos un escenario en el que un número no despreciable de individuos se infectan al principio de una epidemia, y nuestros resultados muestran que, dependiendo del valor de n , puede producirse una transición abrupta entre una epidemia controlada y un gran evento epidémico para $R_0 < 1$.

[1] L.D. Valdez. Physica A. 640, 129703 (2024)

090. Estudio de micro fragmentaciones del electrocardiograma en pacientes que tuvieron un infarto de miocardio

Clemente Gisela^{1 2}, Andrini Leandro^{3 2}, Llamedo Soria Mariano¹

¹ Universidad Tecnológica Nacional (UTN), Facultad Regional Buenos Aires, Departamento de Electrónica, GIBIO, Argentina.

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

³ Universidad Nacional de La Plata (UNLP), Facultad de Ciencias Exactas, Centro de Matemática de La Plata (CMaLP), Departamento de Matemática, Argentina.

La Organización Mundial de la Salud identifica a las enfermedades cardiovasculares como una de las principales causas de muerte a nivel mundial en la actualidad. En particular, el infarto de miocardio (IM) es una afección cardiovascular grave que afecta a millones de personas [1]. Tras un IM, los pacientes presentan problemas de conducción eléctrica debido a daños en el tejido del miocardio.

En este trabajo, abordamos dos etapas posteriores al IM en las que se puede producir taquicardia ventricular sostenida: la fase de curación, que abarca desde el momento del infarto hasta una semana después; y la fase de cicatrización, en la cual se superan los dos meses de la fecha del infarto. Esto se debe a la existencia de vías de reentrada y bloqueo de la conducción, lo que aumenta el riesgo cardíaco o muerte súbita cardíaca [2].

El electrocardiograma (ECG) es una señal no invasiva de amplia disponibilidad en la práctica clínica y de fácil medición. En este trabajo, buscamos fragmentaciones en un complejo de ondas del ECG, llamadas fragmentaciones del complejo QRS (*fQRS*), que pueden aparecer después de un IM. Uno de nuestros objetivos es generalizar los indicadores propuestos en [3], en donde se utilizó la base de datos PTB. Por lo tanto, trabajamos con la base de datos PTB XL, de acceso público y extraída de PhysioNet, incluyendo pacientes sanos (*Ctrl*) y pacientes con IM, subdivididos en *MI₇* (fase de curación) y *MI₆₀* (fase de cicatrización). Proponemos indicadores basados en la entropía de Shannon (\mathcal{H}) y la complejidad estadística (\mathcal{C}) en los complejos QRS de cada paciente, usando la energía wavelet relativa y la transformada wavelet continua, en cada una de las derivaciones del ECG. Luego, definimos un criterio de multi-derivaciones. Al aplicar las curvas ROC para evaluar los cuantificadores \mathcal{H} , \mathcal{C} y el plano \mathcal{HC} según este criterio, obtuvimos los siguientes resultados:

Ctrl vs. *MI₇*:

\mathcal{H} : Sensibilidad 64 %, Especificidad 74 %, AUC 0.74;

\mathcal{C} : Sensibilidad 81 %, Especificidad 57 %, AUC 0.72;

\mathcal{HC} : Sensibilidad 65 %, Especificidad 78 %, AUC 0.80.

Ctrl vs. *MI₆₀*:

\mathcal{H} : Sensibilidad 64 %, Especificidad 53 %, AUC 0.60;

\mathcal{C} : Sensibilidad 53 %, Especificidad 64 %, AUC 0.60;

\mathcal{HC} : Sensibilidad 84 %, Especificidad 32 %, AUC 0.63.

Continuamos trabajando en la generalización de dichos cuantificadores utilizando distintas bases de datos; y diseñando otros estimadores que puedan identificar la presencia de *fQRS*.

[1] World Health Organization. Cardiovascular diseases (2023).

[2] A. Wit and M. Janse, The ventricular arrhythmias of ischemia and infarction, Electrophysiological mechanisms, Futura Mount Kisco NY (1993).

[3] E.R. Valverde, G.V. Clemente, P.D. Arini and V. Vampa, Wavelet-based entropy and complexity to identify cardiac electrical instability in patients post myocardial infarction. Biomedical Signal Processing and Control. 69 102846 (2021).

091. Desarrollo, construcción y caracterización de electrodos para realizar Electroencefalografía en aves durante el sueño.

Contureyuzón Colomes Nahuel¹, Amador Ana^{1 2}

¹ Universidad de Buenos Aires (UBA), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN), Departamento de Física, Ciudad Universitaria, 1428 Buenos Aires, Argentina

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Instituto de Física Interdisciplinaria y Aplicada (ex INFIP) (INFINA), Universidad de Buenos Aires (UBA), Ciudad Universitaria, 1428 Buenos Aires, Argentina.

Las aves comparten varias características del sueño con los mamíferos, en particular el conjunto de patrones electroencefalográficos complejos que ocurren naturalmente durante el sueño. Específicamente, en los diamantes mandarines (*Taeniopygia guttata*) se ha observado durante el sueño registros de ondas lentas (SWS por sus siglas en inglés de "Slow Wave Sleep"), de movimientos oculares rápidos (REM por sus siglas en inglés de "Rapid Eye Movement") y registros de una etapa de sueño intermedio (IS por sus siglas en inglés de "Intermediate State") que ocurre comúnmente en transiciones entre otras etapas.

Como primer paso en el estudio de las etapas del sueño en aves, detallamos el proceso de construcción y caracterización de electrodos de electroencefalografía (EEG), como también el dispositivo experimental para realizar registros electrofisiológicos durante la noche de sueño en aves pequeñas. Los electrodos son caracterizados según su forma, su área de contacto y su impedancia. En este trabajo mostramos un proceso de construcción robusto y de bajo costo que permite producir electrodos de EEG para ser utilizados en animales pequeños.

092. Diagrama de fases del modelo neuronal de GH en el límite de alta conectividad

Almeira Joaquin^{1 2 3}, Grigera Tomas S.^{6 2 4 5}, Martin Daniel A.^{7 2}, Chialvo Dante R.^{7 2}, Cannas Sergio A.^{1 2 3}

¹ Instituto de Física Enrique Gaviola (IFEG)

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

³ Facultad de Matemática Astronomía, Física y Computación (FAMAF)

⁴ Instituto de Física de Líquidos y Sistemas Biológicos (IFLYSIB)

⁵ Universidad Nacional de La Plata (UNLP), Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas

⁶ Istituto dei Sistemi Complessi, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Italia

⁷ Centro de Estudios Multidisciplinarios en Sistemas Complejos y Ciencias del Cerebro (CEMSC3)

En la misma dirección que trabajos anteriores [1-2] continuamos con el análisis del modelo dinámico neuronal de GH aplicado sobre redes mundo pequeño generadas con el algoritmo de WS. Estos resultados preliminares están orientados a estudiar el límite de alta conectividad del sistema, es decir cuando el grado medio de la red tiende al tamaño de la misma $\langle k \rangle \rightarrow N$, e intentar reproducir el comportamiento de campo medio observado en la referencia [2].

[1] J. Almeida, T. S. Grigera, D. R. Chialvo, S. A. Cannas, Phys. Rev. E, 106, 054140, (2022)

[2] J. Almeida, T. S. Grigera, D. A. Martin, D. R. Chialvo, S. A. Cannas, Phys. Rev. E, 110, 014130 (2024)

093. Almacenamiento y diagrama de fases en hidratos de clatrato de metano sl: un estudio mediante un modelo de gas de red en 2D y simulación MC

Longone Pablo Jesús¹, Ramirez- Pastor A. J:¹

¹ *Departamento de Física, Instituto de Física Aplicada (INFAP), Universidad Nacional de San Luis, CONICET, Ejército de los Andes 9*

Se desarrollaron modelos de gas de red con geometría triangular en 2D, similares a un modelo de adsorción-desorción, utilizando simulaciones de Monte Carlo para estudiar el comportamiento termodinámico de hidratos de clatrato de metano con estructura sl. Posteriormente, se realizaron comparaciones cuantitativas y cualitativas de nuestro modelo 2D con experimentos y modelos teóricos, tanto en términos de ocupación como de diagramas de estabilidad P vs. T. Estas comparaciones muestran un excelente acuerdo en un amplio rango de presiones, temperaturas y niveles de ocupación de cavidades. Consideramos que la discretización en 2D de la estructura del hidrato puede proporcionar información valiosa sobre la física del problema, en particular en relación con la formación del hidrato y la estabilidad influenciada por la presencia de especies huésped.

094. El efecto de ataques adversarios en redes neuronales artificiales y percepción humana

Borrell Trinidad¹, Tagliazucchi Enzo^{2 1}

¹ *Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN), Universidad de Buenos Aires (UBA)*

² *Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Universidad de Buenos Aires (UBA)*

El fenómeno de los ataques adversarios ha sido estudiado profundamente en el contexto de redes neuronales artificiales entrenadas para clasificar imágenes. Este fenómeno muestra cómo perturbaciones mínimas en imágenes naturales pueden engañar a redes computacionales entrenadas con alto desempeño de clasificación, revelando un punto débil que aparentemente no se manifiesta en la percepción visual humana [Szegedy, C. et al. Intriguing properties of neural networks. In 2nd International Conference on Learning Representations, ICLR 2014, Conference Track Proceedings (eds. Bengio, Y. & LeCun, Y.) (Banff, AB, Canada, 2014).]. Dado que estas redes artificiales se inspiran en redes neuronales cerebrales [von Neumann, J. The Computer and the Brain. The Silliman Memorial Lectures Series (Yale University Press, 1958). <https://yalebooks.yale.edu/book/9780300181111/computer-and-brain>.] resulta relevante preguntarse si las perturbaciones adversarias introducidas en redes neuronales son capaces de sesgar la clasificación de imágenes por parte de seres humanos [Zhou, Z., Firestone, C. Humans can decipher adversarial images. Nat Commun 10, 1334 (2019). <https://doi.org/10.1038/s41467-019-08931-6>. Veerabadran, V., Goldman, J., Shankar, S. et al. Subtle adversarial image manipulations influence both human and machine perception. Nat Commun 14, 4933 (2023). <https://doi.org/10.1038/s41467-023-40499-0>.]

En este trabajo se investigó este problema, aplicando el algoritmo iFGSM (*iterative Fast Gradient Sign Method*) a imágenes de los conjuntos de datos de ImageNet y Microsoft COCO para generar 900 estímulos capaces de engañar a un ensamble de 6 redes pre-entrenadas para la clasificación de imágenes. Posteriormente, se realizaron dos experimentos en los que se expuso a un grupo de sujetos experimentales a elegir forzosamente entre categorías para clasificar las imágenes. En el primer experimento el estímulo consistió en una única imagen con una magnitud de perturbación $\epsilon = 32$ mostrada entre 63 y 71 ms. En este caso la red había sufrido un ataque dirigido, es decir, la perturbación adversaria era tal que el ensamble de redes clasificó con máxima probabilidad una clase especificada. En cambio, en el segundo experimento el estímulo consistió en dos pares de imágenes y dos posibles magnitudes de perturbación: $\epsilon = 2, 16$, donde no hubo una restricción temporal al mostrarlas. Estas imágenes habían sido perturbadas considerando tanto ataques dirigidos como no dirigidos. En ambos experimentos se midió la capacidad de los sujetos para identificar el sesgo del ensamble de redes, el tiempo de respuesta, la confianza en la respuesta elegida, y su movimiento ocular.

095. Construcción de la derivada fraccionaria de Grünwald-Letnikov

Di Bárbaro E M¹, Acevedo A D C¹, Morel J A¹, Leguizamón G N¹

¹ Universidad Nacional de Catamarca (UNCa), Dep. Matemática - Dep. Física - Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

El cálculo fraccionario es una rama de las matemáticas que estudia las propiedades de los operadores diferenciales e integrales de órdenes reales o complejos. En la actualidad, el cálculo fraccionario es una herramienta eficaz para describir procesos y sistemas con memoria y de no localidad. Existen varios tipos de operadores diferenciales e integrales fraccionarios propuestos por diferentes matemáticos, como Riemann, Liouville, Grünwald, Letnikov, Marchaud, Weyl, Riesz, Kober, Caputo y otros. Casi simultáneamente, se desarrolló una definición de derivada no entera, la de Anton Karl Grünwald (1838-1920) de Praga, en 1867, y la de Aleksey Vasilievich Letnikov (1837-1888) en Moscú, en 1868. Esta derivada es conocida como derivada fraccionaria de Grünwald-Letnikov (G-L). Las formulaciones de la mayoría de los operadores fraccionarios obtienen sus definiciones de una integral repetida. A diferencia de ellos, el operador diferencial de G-L toma como punto de partida la derivada. En este trabajo se presenta la construcción del operador diferencial fraccionario de G-L y una visualización gráfica del comportamiento de la derivada fraccionaria de una función polinómica para determinados órdenes reales. Esta visualización nos permitirá indagar por qué se dice que la derivada fraccionaria posee memoria.

096. Construcción de un paradigma comportamental para el aprendizaje de tareas sociales en ratas

Sapia Marco², Medina Franco Agustín², Martínez Cecilia¹, Kropff Emilio¹

¹ Fundación Instituto Leloir (FIL), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Laboratorio de Fisiología y Algoritmos del Cerebro

² Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN), Universidad de Buenos Aires (UBA), Departamento de Física (DF)

Los aspectos sociales de la navegación espacial han cobrado relevancia en los últimos años, gracias en parte a trabajos seminales que muestran que las áreas del cerebro utilizadas para codificar nuestra propia posición en el espacio también son utilizadas para codificar la posición de congéneres en tareas que involucran imitación. Sin embargo, aún no existen paradigmas conductuales en modelos animales experimentales para estudiar la navegación activa e interdependiente de dos individuos. Dado el comportamiento errático de los animales al comenzar cualquier entrenamiento y los grados de libertad del problema, este tipo de paradigmas requieren estar altamente automatizados. El objetivo principal de este trabajo es construir un dispositivo para controlar una tarea en la que dos ratas deberán trabajar en conjunto para conseguir una recompensa. Confeccionamos un circuito compatible con placas Arduino y utilizamos herramientas de programación reactiva para controlar y registrar diferentes parámetros comportamentales. El paradigma aquí desarrollado requiere que, luego del encendido de una clave visual (luz led), los animales se desplacen hacia un bebedero para coleccionar la recompensa que será entregada únicamente bajo condiciones precisas de coordinación. A lo largo de las sesiones de entrenamiento, la tarea se complejiza paulatinamente, modificando la información visual entregada a los individuos en la tarea. A partir de los parámetros registrados en cada sesión (posición de los individuos, el número de recompensas entregadas, la cantidad de intentos, etc.), se calcularon índices de coordinación entre individuos y se realizó un análisis estadístico del rendimiento de cada grupo. Los resultados aquí presentados sugieren que los animales pueden sincronizar sus movimientos en diferentes condiciones, incluso cuando sólo uno de los animales tiene información precisa del estímulo visual empleado en el experimento.

097. Modelo de Enantioseparación en un experimento de Electroforesis Capilar

Ferreira Fernando Luis¹, Gómez María Roxana², Centres Paulo Marcelo¹, Manzi Sergio Javier¹

¹ Universidad Nacional de San Luis (UNSL), Departamento de Física, Instituto de Física Aplicada - CONICET, San Luis Argentina

² Universidad Nacional de San Luis (UNSL), Departamento de Farmacia, Instituto de Química de San Luis - CONICET, San Luis Argentina

Al analizar la separación enantiomérica mediante electroforesis capilar para ciertas conformaciones moleculares, se observaron grandes diferencias entre las movilidades de las mismas. Por esta razón, se investigaron las relaciones entre las diferencias de movilidad aparente de los enantiómeros y la concentración del selector quiral. Para algunas conformaciones moleculares, las curvas obtenidas no pueden ser explicadas por el modelo de Wren y Rowe. Una posible explicación es que cada molécula de enantiómero podría interactuar con más de una molécula del selector quiral. Basado en esta suposición, se presenta un modelo extendido en el que el enantiómero se compleja con dos moléculas del selector quiral. Para reproducir los datos experimentales, se utiliza el modelo de gas de red cinético, donde un arreglo unidimensional representa el capilar y se proponen distintos tipos de posibles reacciones en el mismo. El planteo del problema se realiza a través de las ecuaciones de evolución local para la evolución temporal de cada sitio de la red. Esto permite calcular la movilidad de cada especie, así como el coeficiente de difusión. Estos resultados son contrastados con simulaciones de Monte Carlo cinético. De esta manera, utilizando este modelo extendido, se pueden obtener curvas para la diferencia de movilidad en función de la concentración del selector quiral y compararlas con las curvas experimentales observadas.

098. Comportamiento magnético de sistemas de nanopartículas interactuantes en matrices no-magnéticas de diferente dimensión

Soprano Carla M.^{1 2}, Saracco Gustavo P.^{1 2}, Bab Marisa A.^{1 2}

¹ Universidad Nacional de La Plata (UNLP)

² Instituto de Investigaciones Fisicoquímicas Teóricas y Aplicadas (INIFTA)

En este trabajo se caracterizó la influencia de las interacciones dipolares en el comportamiento magnético de sistemas de N nanopartículas magnéticas esféricas, monodominio y monodispersas, ubicadas al azar en una matriz bidimensional sólida de dimensiones $L_x \times L_y$. Para esto, se implementó el modelo de Stoner-Wohlfarth (SW), al que se le añadieron interacciones dipolares entre las nanopartículas y un baño térmico a temperatura T mediante simulaciones Monte Carlo Metropolis [1]. Se impusieron condiciones de contorno abiertas, y además que las partículas no roten físicamente, asumiendo así que su proceso de relajación corresponde a Néel [2]. Se estudió la respuesta magnética del sistema bajo la acción de un campo magnético externo oscilante (h , en dirección de L_x y paralelo al eje de anisotropía) al variar la densidad de partículas ($\rho=N/L_x L_y$), la intensidad de las interacciones dipolares, la relación de aspecto L_x/L_y , y T .

Según el modelo de SW, el efecto de la anisotropía de las nanopartículas magnéticas (uniaxial, por ser esféricas) sobre sus supermomentos magnéticos es la aparición de un estado que se denomina "bloqueado". En este estado, el sistema se comporta de manera análoga a los espines de un material ferromagnético, puesto que se observa un ciclo de histéresis frente a la acción de h . En contraste, se trata de un estado fuera del equilibrio cuya observación depende de los tiempos de medición y de relajación, con lo cual se define la T de bloqueo T_B tal que a temperaturas menores para el material estudiado y el tiempo de medida se observa histéresis. A $T > T_B$, se pasa a un estado sin histéresis que se denomina superparamagnético. El estudio analítico del sistema con interacciones dipolares es complejo debido al carácter anisotrópico y de largo alcance que introducen, el cual compite con los términos de anisotropía y Zeeman influenciando de manera no trivial a la T_B y los parámetros que caracterizan a los ciclos de histéresis. Se estudiaron los casos del hierro y la magnetita, para los cuales las interacciones dipolares dominan por sobre el resto de los términos de energía.

En arreglos cuadrados ($L_x = L_y$), la magnetización remanente y el campo coercitivo en función de ρ a distintas T evidencian un comportamiento no monótono para $T < T_B$ (de SW). Se comprobó que las interacciones dipolares retrasan la aparición del estado superparamagnético en el sistema, debido a la aparición de dominios en forma de bandas antiferromagnéticas, antialineadas alternadamente, que presentan mayor resistencia a alinearse con h .

Las interacciones dipolares introducen una anisotropía de forma que se exploró modificando la relación de aspecto entre los lados de arreglos rectangulares sin huecos ($\rho=1$). Cuando $L_x \gg L_y$, las bandas de supermomentos alineados entre sí presentan mayor dificultad para reorientarse en sentido del campo, aumentando el área de histéresis conforme se tiende al caso unidimensional ($L_y=1$). En el caso contrario ($L_y \gg L_x$), la histéresis tiende a desaparecer hasta hacerlo por completo en el caso unidimensional ($L_x=1$). Estos casos que intensifican el efecto de la anisotropía de forma presentan un comportamiento análogo al de arreglos de nanohilos magnéticos [3], y se observó independencia de N en los ciclos de histéresis.

[1] D Serantes, D Baldomir 2012 The Open Surface Science Journal. 4 (Suppl 1: M7) 71-84.

[2] L Néel 1949 Comptes Rendus Hebdomadaires Des Séances De L'Académie Des Sciences. 228 8.

[3] L C Sampaio et al 2000 Phys. Rev. B 61 8976-8983.

099. Estudiando la sincronización entre cerebros en tareas de coordinación

Mundel Lautaro Ezequiel^{1 2}, Domato Francisco^{1 2}, Kropff Emilio², Martinez Cecilia²

¹ Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN)

² Fundación Instituto Leloir (FIL)

El hipocampo es una estructura del cerebro altamente conservada a lo largo de la evolución de los mamíferos, que tiene un rol fundamental en la formación de memorias y la orientación espacial. En él se encuentran las células de lugar (place cells), neuronas que asocian su actividad a una posición concreta del entorno, permitiendo construir una representación interna del lugar que está siendo visitado. Los primeros estudios sobre las células de lugar fueron realizados en roedores, aunque también hay hallazgos similares en otros mamíferos e incluso en humanos. Recientemente se ha descubierto en ratones y murciélagos que, además de codificar la posición de un individuo, las células de lugar pueden codificar la posición de un congénere en tareas de imitación. Con el objetivo de reforzar esta hipótesis sumando nueva evidencia, estudiaremos la actividad neuronal en la región CA1 hipocampal de pares de ratas adultas mientras realizan una tarea que requiere que los individuos actúen coordinadamente. Para ello, implantaremos arreglos de tetrodos que nos permitirán registrar el potencial de campo local y actividad neuronal en el hipocampo. En particular, analizaremos si las oscilaciones del potencial de campo local de cada individuo están asociadas a la codificación de la posición del otro.

100. Aplicación del método de histograma amplio al cálculo de integrales multidimensionales

Belardinelli Rolando^{2 1 3}

¹ Instituto de Física Aplicada (INFAP)² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)³ Universidad Nacional de San Luis (UNSL)

En este trabajo se explora una versión mejorada del Método de Histograma Amplio (MHA) [1], y su variante Matriz de Transición [2], para calcular la densidad de estados. Se analizan las propiedades de convergencia del MHA para el modelo bidimensional de Ising y la integración numérica multidimensional. La eficiencia del método se compara con los algoritmos de Monte Carlo establecidos, tales como el muestreo aleatorio simple, muestreo de Wang-Landau [3], y el método $1/t$ [4]. Se observa que la dependencia temporal de los errores calculados con el algoritmo MHA es $1/\sqrt{N}$ (con N números de intentos de MC) en concordancia cuantitativa con el muestreo simple y el Algoritmo $1/t$.

[1] P. M. C. de Oliveira, T. J. P. Penna and H. J. Herrmann, Braz. J. Phys. **26**, 677 (1996).[2] J.-S. Wang, T.K. Tay, R.H. Swendsen, Phys. Rev. Lett. **82** (1999) 476.[3] F. Wang and D.P. Landau, Phys. Rev. Lett. **86**, 2050 (2001).[4] R. E. Belardinelli and V. D. Pereyra, Phys. Rev. E **75**, 046701 (2007).

101. Estudio de las interacciones entre β -ciclodextrina/Aldehído Veratrico mediante simulaciones de dinámica molecular

Lupi Casale Celia Lidia¹, Frigini Ezequiel Nazareno², Porasso Rodolfo Daniel¹

¹ Universidad Nacional de San Luis (UNSL), Departamento de Física. IMASL² Universidad Nacional de San Luis (UNSL), Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia. IMIBIO

En la industria alimentaria, la búsqueda de soluciones innovadoras para mejorar la estabilidad, la seguridad y las características organolépticas de los productos alimenticios es un objetivo constante. En este contexto, la interacción entre la β -ciclodextrina y el aldehído veratrico emerge como un área de investigación de gran interés y relevancia.

La β -ciclodextrina es un oligosacárido cíclico derivado de la glucosa, reconocido por sus propiedades de inclusión y su capacidad para formar complejos de inclusión con una amplia variedad de compuestos orgánicos. Se caracteriza por tener una cavidad hidrofóbica, y un exterior hidrofílico, lo que le permite encapsular selectivamente compuestos huésped, mejorando su solubilidad y estabilidad en soluciones acuosas. Su estructura asimétrica presenta hidroxilos secundarios en el lado "Head" y un lado opuesto denominado "Tail".

El aldehído veratrico, un compuesto aromático presente en ciertos alimentos y bebidas, desempeña un papel crucial en la determinación de su sabor y aroma. Sin embargo, su limitada solubilidad en agua y su alta solubilidad en solventes orgánicos lo convierten en un compuesto de interés particular en estudios de inclusión molecular. La estructura química y el comportamiento en solución del aldehído veratrico lo convierten en un compuesto de interés en estudios de inclusión molecular y sus posibles aplicaciones en la industria alimentaria.

En este trabajo exploramos en detalle la naturaleza y las características de la interacción entre la β -ciclodextrina y el aldehído veratrico, mediante estudios de modelado molecular. Investigamos los mecanismos subyacentes de esta interacción y observamos que la formación del complejo es energéticamente favorable. A través de una caracterización termodinámica del sistema, concluimos que la formación del complejo es ligeramente más favorable si el aldehído ingresa por la parte más estrecha de la β -ciclodextrina, conocida como Tail.

Al comprender mejor las interacciones existentes entre la β -ciclodextrina y el aldehído veratrico, esperamos abrir nuevas oportunidades para el desarrollo de soluciones innovadoras en la industria alimentaria, mejorando así la calidad y la seguridad de los productos.

102. Estudio de adsorción en presencia de interacciones laterales: aproximación analítica usando un gas de Langmuir sobre una superficie bivariada

Lupi Casale Celia Lidia¹, Rodriguez Juan Martin¹, Ramirez Pastor Antonio J.^{1 2}

¹ Universidad Nacional de San Luis (UNSL), Departamento de Física, Ejército de los Andes 950, D5700HHW, San Luis, Argentina² Instituto de Física Aplicada (INFAP), Universidad Nacional de San Luis (UNSL), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Ejército de los Andes 950, D5700HHW, San Luis, Argentina

En este trabajo se estudia el fenómeno de adsorción de monómeros con interacciones laterales repulsivas a primeros vecinos sobre una superficie bidimensional. Es bien conocido que este problema no tiene solución exacta en todo el rango de valores del potencial químico. Es por esto que en esta contribución se busca modelar el sistema a partir de un gas de red de Langmuir generalizado a una superficie bivariada (superficie constituida por dos tipos de sitios con energías de adsorción ε_1 y ε_2).

Para ello, se presentan dos casos: primero, usando dos isothermas de Langmuir (suponiendo dos tipos de sitios ε_1 y ε_2), se modela la curva obtenida a partir del resultado exacto para la adsorción de monómeros con interacciones laterales en una

dimensión. En el segundo caso, la curva ajustada con dos isothermas de Langmuir es aquella obtenida mediante simulación de Monte Carlo para un gas de red de monómeros adsorbidos sobre redes cuadradas con interacción lateral repulsiva. A partir de estos ajustes, se logra establecer una relación lineal entre la energía de interacción lateral w (conocida, es dato que se tiene en el problema en caso unidimensional y dato de entrada de la simulación en el caso bidimensional) y la diferencia entre las energías de cada isoterma de Langmuir ($\varepsilon_1 - \varepsilon_2$), hallándose una pendiente de 2 en el caso unidimensional y una pendiente de 4 en el caso bidimensional. Los resultados pueden ser entendidos a partir del análisis del proceso de cubrimiento de la superficie en cada caso.

Para el problema unidimensional, dos regímenes son observados durante el proceso de llenado de la red: (1) se llena la red hasta la mitad, dejando un hueco entre cada monómero adsorbido (primer tipo de sitio); y (2) se llena la red completa, completando estos huecos (segundo tipo de sitio). En la primera etapa, cada molécula adsorbida experimenta energía de interacción lateral repulsiva total igual a cero, mientras que en la segunda etapa cada molécula se adsorbe con una energía $2w$, donde w es la energía de interacción lateral repulsiva.

En el caso de la red cuadrada, nuevamente dos regímenes de adsorción son observados: (1) las partículas se depositan sobre la red sin interactuar a primeros vecinos hasta que la fase adsorbida adopta un patrón de tablero de ajedrez; y (2) el llenado de la red se completa mediante la adsorción de partículas en sitios rodeados de 4 vecinos ocupados (con energía de adsorción $4w$). Los resultados obtenidos aquí muestran que cada régimen de llenado puede ser bien representado por una isoterma de Langmuir. Posibles aplicaciones a otras geometrías y al análisis de datos experimentales son discutidas.

103. Desarrollo y caracterización dinámica de estimulación optogenética usando LEDs para registros electrofisiológicos en rodajas de cerebro de ratón

Agoff E¹, Rojas A¹, Urbano Suarez F J^{3 2}, Perissinotti P^{3 2}

¹ Universidad de Buenos Aires (UBA), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN), Departamento de Física

² Universidad de Buenos Aires (UBA), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN), Departamento de Fisiología, Biología Molecular y Celular 'Prof. Héctor Maldonado'

³ Instituto de Fisiología, Biología Molecular y Neurociencias (IFIBYNE), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

El estudio de la neurociencia moderna ha avanzado significativamente gracias a la realización de registros eléctricos de neuronas combinando técnicas como el patch-clamp con herramientas farmacológicas y genéticas. Esto ha permitido observar patrones de actividad eléctrica intrínseca y sináptica asociados a comportamientos y enfermedades específicas en humanos y modelos animales. Sin embargo, la observación de estos patrones en un núcleo o área específica de neuronas no prueba necesariamente que dichas neuronas sean las únicas neuronas cruciales para inducir y mantener estados cerebrales complejos. La modulación farmacológica de las neuronas presenta desafíos adicionales, ya que los efectos de las drogas pueden tardar de minutos a horas en manifestarse y afectar a múltiples tipos de neuronas. De manera similar, la estimulación cerebral mediante campos eléctricos o magnéticos es rápida pero inespecífica, activando simultáneamente varios estratos profundos cerebrales que incluyen una variedad de tipos de neuronas. En este contexto, la optogenética surge como una solución innovadora que permite la estimulación precisa de neuronas mediante luz. Esta técnica requiere de la expresión de genes exógenos a los vertebrados (esto es, procedentes de especies de microorganismos) que codifican rodopsinas, proteínas/canales catiónicos inespecíficos transmembrana sensibles a la luz [1-2].

En este trabajo nos propusimos desarrollar un dispositivo capaz de gatillar una luz LED usando trenes de pulsos (de variada duración y frecuencias) que resemblen los patrones de activación durante la estimulación de neuronas que expresen selectivamente una rodopsina sensible a la longitud de onda LED en rodajas de cerebro de ratón. Luego, comparar la respuesta sináptica de estas neuronas combinando los métodos de registro de neurona única en modo voltaje-clamp y current-clamp en combinación con la estimulación optogenética. Esta aproximación permitirá un control preciso y rápido de la actividad neuronal, avanzando en la comprensión y tratamiento de enfermedades cerebrales y en la investigación básica de la función cerebral.

[1] Piatkevich, K.D., Boyden, E.S. (2024). *Optogenetic control of neural activity: The biophysics of microbial rhodopsins in neuroscience*. Quarterly Reviews of Biophysics, 57, e1, 1–26

<https://doi.org/10.1017/S0033583523000033>

[2] Boyden, E.S., Zhang, F., Bamberg, E., Nagel, G., Deisseroth, K. (2005). *Milisecond-timescale, genetically targeted optical control of neural activity*. Nature Neuroscience, volume 8, number 9.

MATERIA BLANDA (PARTE 2)

JUEVES 19 17:30 - 19:30 hs.

Sala Angelelli

001. Efecto de campos magnéticos estáticos sobre la germinación de semillas y crecimiento de plántulas de pimiento (*Capsicum annuum* L.)

Abrile M G^{2 1}, Fiasconaro M L^{1 3}, Lovato M E^{1 4}, Clementi L A^{5 6}, Dolz M I^{7 8}, Makinistian L^{7 8}

¹ Instituto de Desarrollo Tecnológico para la Industria Química, CONICET, Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe, Argentina

² Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas, Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe, Argentina

³ Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Católica de Santa Fe, Santa Fe, Argentina

⁴ Facultad de Ingeniería Química, Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe, Argentina

⁵ Instituto de Investigación y Desarrollo en Bioingeniería y Bioinformática (IBB), CONICET, UNER, Oro Verde, Argentina

⁶ Facultad Regional Santa Fe, Universidad Tecnológica Nacional, Santa Fe, Argentina

⁷ Departamento de Física, Facultad de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales (FCFMyN), UNSL, San Luis, Argentina

⁸ Instituto de Física Aplicada (INFAP), Universidad Nacional de San Luis (UNSL), CONICET, San Luis, Argentina

En los últimos años ha crecido notablemente el interés por la aplicación de campos magnéticos a semillas, “magneto-priming”, con el objetivo de mejorar su desarrollo. Este tratamiento, puramente físico (sin intervención de químicos ni de manipulación genética), típicamente utiliza campos estáticos de intensidades intermedias (decenas a cientos de militesla). En este trabajo se realizó la exposición de semillas de pimiento (*Capsicum annuum* L.) a campos estáticos de 0 mT (control), 19 mT, 60 mT, y 300 mT durante 15 min utilizando un electroimán (GMW 5403, trabajando con una fuente de corriente bipolar KEPCO BOP20-20ML, un gap de $4,1 \pm 0,1$ cm, y un sensor Hall TSH481). Cada tratamiento involucró 3 lotes de 24 semillas cada uno. Las semillas en cada tratamiento fueron sembradas y germinadas en condiciones controladas, para posteriormente determinar diferentes parámetros de crecimiento como la velocidad de germinación (estimada mediante el coeficiente de Timson modificado), la tasa porcentual total de germinación, y la altura de plántula al momento en que presentaron 6 hojas verdaderas. La comparación entre tratamientos se realizó mediante el análisis de varianza (ANOVA) para cada variable y, para contemplar también las correlaciones entre variables, mediante un análisis por componentes principales (PCA). Del ANOVA, utilizando comparaciones mediante LSD (less significant difference) con $\alpha = 0.05$, se observaron diferencias de +41.5% y +37.7% en las medias de la velocidad de germinación para los tratamientos con 19 mT y 60 mT, respectivamente, respecto del control (0 mT). Para el tratamiento con 300 mT, la diferencia observada fue de -14%, aunque la misma no exhibió significancia estadística según la metodología LSD. Por otro lado, se observaron diferencias, de +21.9%, +17.1% y -16.2% en la altura media de plántula, y de +26.5%, +17.8% y 0% en la tasa de germinación, para los tratamientos de 19 mT, 60 mT y 300 mT, respectivamente, aunque la significancia estadística de dichas diferencias fue baja ($p = 0.127$ para la altura y $p = 0.363$ para la tasa de germinación). A pesar de la pobre significancia estadística en las diferencias de las variables altura y tasa de germinación, se observó una gran correlación en las diferencias en las tres variables para los tratamientos de 19 y 60 mT respecto al control y el tratamiento de 300 mT, lo cual se evidenció en el porcentaje de varianza explicado por la primera (PC1: 86.9%) y segunda componente principal (PC2: 7.63%). Adicionalmente, en el plano de variables latentes PC1-PC2, se observó una diferenciación completa de los datos correspondientes a los tratamientos con 19 mT y 60 mT, respecto al control (0 mT) y al tratamiento con 300 mT. En conjunto, estos resultados sugieren que los tratamientos con 19 mT y 60 mT tuvieron un efecto beneficioso (mayor tasa y velocidad de germinación, y mayor altura) sobre el desarrollo de las plántulas obtenidas. Esto hace deseable la continuación de estos estudios, por ejemplo, evaluando otras intensidades de campo magnético y/o duraciones de la exposición, la evaluación de posibles efectos durante el crecimiento de las plantas, la cantidad y calidad de los frutos, el posible efecto protector frente a condiciones de sequía o alta salinidad del suelo y/o diversos parámetros fisiológicos y bioquímicos de las plantas.

002. Mecanodinámica de mitocondrias en células vivas

Bruno Luciana¹, Fernandez Casafuz Agustina¹, Brigante Azul², De Rossi M. Cecilia², Levi Valeria², Monastra Alejandro³

¹ Instituto de Cálculo (IC), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN), Universidad de Buenos Aires (UBA)

² Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN), Universidad de Buenos Aires (UBA)

³ Universidad Nacional de Gral. Sarmiento (UNGS)

Desde hace más de 15 años trabajamos en problemas relacionados con la biología celular. Nos interesa comprender cómo las estructuras intracelulares, particularmente los filamentos del citoesqueleto y las organelas, responden a los estímulos y fuerzas mecánicas. Utilizamos microscopía de fluorescencia para explorar la dinámica espacio-temporal de filamentos y

organelas, y hemos desarrollado modelos teóricos para interpretar las observaciones. En esta charla, me gustaría compartir nuestros resultados más recientes sobre la mecanodinámica de las mitocondrias en células vivas.

003. Estudio teórico experimental de mezcla de péptidos anfífilos

Fiora María Mercedes¹, Ybarra Gabriel¹, Conda Sheridan Martin², Tagliacruzchi Mario³

¹ Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), Dto Nanomateriales Funcionales

² University of Nebraska Medical Center, College of Pharmacy, Department of Pharmaceutical Sciences

³ Universidad de Buenos Aires (UBA), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

Los péptidos anfífilos (PAs) son moléculas que combinan una cadena alquílica hidrofóbica con un segmento peptídico hidrofílico, lo cual les confiere la capacidad de autoensamblarse en diversas morfologías, como micelas esféricas, vesículas, fibras cilíndricas y nanocintas (lamelas) [1]. Entre estos, los PAs catiónicos, que incluyen aminoácidos como lisina o arginina, destacan por su actividad antimicrobiana al actuar como disruptores de membrana.

Estudios previos [1] han demostrado que los péptidos anfífilos (PAs) muestran autoensamblado en forma de micelas esféricas a pH bajos, mientras que a pH más altos forman fibras o lamelas.

Este trabajo se centra en estudiar los aspectos físico-químicos del autoensamblado de mezclas de PAs del tipo $C_{16}X_n$, donde C representa CH_2 y X puede ser K (lisina), E (ácido glutámico) o H (histidina), con $n=2$ o 3.

Para el estudio teórico de estos sistemas se empleó una herramienta de termodinámica estadística denominada teoría molecular (MOLT). Esta teoría incorpora detalles moleculares, tales como la forma, carga y conformaciones de todas las especies químicas en el sistema, las interacciones electrostáticas y no-electrostáticas entre estas especies y la presencia de equilibrios químicos acoplados. Esta herramienta teórico-computacional se basa en la minimización de un funcional de energía libre del sistema. Como entrada se detallan las condiciones experimentales (pH y fuerza iónica) y parámetros moleculares, y como resultado de la extremización del funcional se obtiene la estructura y termodinámica del sistema en equilibrio.

Se investigaron mezclas de PAs a diferentes valores de pH para obtener la energía libre del sistema en función de su composición. Esto permitió determinar si el sistema se autoensamblaba en una morfología específica o si coexistían dos morfologías diferentes. Los diagramas de fase obtenidos (pH vs composición) revelaron las regiones de estabilidad para cada tipo de estructura autoensamblada y las regiones de coexistencia.

Los resultados teóricos obtenidos fueron validados experimentalmente mediante técnicas como dispersión dinámica de luz (DLS), microscopía de fuerza atómica (AFM) y microscopía electrónica de transmisión (TEM).

Los experimentos de DLS mostraron un aumento significativo en la intensidad de luz dispersada, indicativo de estructuras más grandes como fibras o lamelas en comparación con micelas. Estos datos permitieron determinar el pH de transición de micelas a fibras/lamelas. Además, los estudios de AFM y TEM de las mezclas mostraron las regiones de estabilidad de un tipo de morfología y la coexistencia respaldando los resultados obtenidos por MOLT.

La capacidad de ajustar el rango de pH en el cual se produce un tipo específico de autoensamblado o la coexistencia de dos morfologías diferentes destaca el potencial de las mezclas de PAs en aplicaciones como la nanomedicina y la ingeniería de materiales.[2]

[1] Gervasio Zaldivar et al. "Self-Assembled Nanostructures of Peptide Amphiphiles: Charge Regulation by Size Regulation". In: *The Journal of Physical Chemistry C* 123.28 (2019), pp. 17606–17615. doi: 10.1021/acs.jpcc.9b04280. eprint: <https://doi.org/10.1021/acs.jpcc.9b04280>.

[2] James R. Wester et al. "Supramolecular Exchange among Assemblies of Opposite Charge Leads to Hierarchical Structures". In: *Journal of the American Chemical Society* 142.28 (2020). PMID: 32598851, pp. 12216–12225. doi: 10.1021/jacs.0c03529. eprint: <https://doi.org/10.1021/jacs.0c03529>.

004. Detección y caracterización de las fuerzas que deforman un filamento semiflexible en el entorno intracelular

Zurdo Anael¹, Valdora Marina², Sued Mariela², Monstra Alejandro³, Bruno Luciana²

¹ Universidad de Buenos Aires (UBA), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN), Departamento de Física

² Universidad de Buenos Aires (UBA), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN), Instituto de Cálculo (IC), Buenos Aires, Argentina

³ Universidad Nacional de Gral. Sarmiento (UNGS), Buenos Aires, Argentina

El interior de las células contiene una gran cantidad de estructuras filamentosas de distintos grosores, largos y propiedades mecánicas, tales como los filamentos del citoesqueleto (microtúbulos, filamentos intermedios y de actina) y organelas (mitocondrias). Estos filamentos están sometidos constantemente a estímulos mecánicos pasivos y activos de diverso origen, observándose una variedad de comportamientos (traslaciones, fluctuaciones transversales, variaciones en la curvatura y estiramientos). Existen estudios experimentales basados en imágenes de microscopía de fluorescencia, a partir de las cuales es posible recuperar la forma del filamento en función del tiempo (trackeo) [1-4]. Sin embargo, determinar el origen de las fuerzas o estímulos que provocan dichas deformaciones a partir de estos datos representa un desafío. En trabajos recientes hemos propuesto una metodología que permitiría obtener esta información a partir de la detección de outliers en

el desplazamiento cuadrático de los puntos materiales del filamento [5-6] .

En este trabajo se presentan los resultados de un estudio numérico realizado para evaluar la eficiencia de la rutina propuesta. Para ello, se utilizan datos simulados de filamentos semiflexibles inmersos en un medio viscoso y sometido a un ruido térmico estacionario. Además, se consideran fuerzas externas puntuales de distinta intensidad, duración y dirección. Partiendo de las configuraciones del filamento, se determina con un algoritmo basado en criterios estadísticos robustos el patrón temporal y espacial de las fuerzas externas aplicadas y se compara con el simulado para determinar el grado de sensibilidad y confiabilidad del algoritmo ante diversas situaciones. Este método también tendrá en cuenta cómo la sensibilidad es afectada por errores de trackeo, para poder aplicarlo a imágenes experimentales.

- [1] Brangwynne, D, MacKintosh, F, and Weitz, D.A. Force fluctuations and polymerization dynamics of intracellular microtubules. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 104, 16128–16133 (2007).
- [2] Pallavicini, C, Monastra, N, Bardeci, D, Wetzler, V, Levi, and L. Bruno, Characterization of microtubule buckling in living cells, *Eur. Biophys. J.* 46, 581 (2017).
- [3] Fernández Casafuz, A.B., De Rossi, M.C. and Bruno, L. Morphological fluctuations of individual mitochondria in living cells. *J. Phys. Condens. Matter* 34, 094005 (2021).
- [4] Wenger, J., Brigante, A., Fernández Casafuz, A. B., Bruno, L., and Monastra, A. Inference of the force pattern acting on a semiflexible filament from shape analysis. *Physical Review E*, 108(6), 064402. (2023).
- [5] Brigante, Azul. Tesis de Licenciatura en Cs. Físicas, FCEN, UBA (2023)
- [6] Fernández Casafuz, A. B., De Rossi, M. C., and Bruno, L. . Mitochondrial cellular organization and shape fluctuations are differentially modulated by cytoskeletal networks. *Scientific Reports*, 13(1), 4065. (2023)

005. Estudio numérico de la distribución de poblaciones espermáticas en dispositivos rugosos y miniaturizados

Palacio Fornero Marina^{1, 2}, Marconi V. I.^{1, 2}

¹ Facultad de Matemática Astronomía, Física y Computación (FAMAF), X5000HUA, Córdoba, Argentina

² Instituto de Física Enrique Gaviola (IFEG), X5000HUA, Córdoba, Argentina

Los dispositivos de análisis de fertilidad usados actualmente en las clínicas son cámaras de Makler, macroscópicas y circulares, de varios milímetros de diámetro, pero muy chatas, de 10 μm de profundidad. Los espermatozoides al ser inoculados, rápidamente se acumulan en las superficies y bordes, nadando preferentemente por las paredes, y se genera una distribución anisotrópica de los mismos. Al realizar los estudios de fertilidad, con un conteo celular en una grilla centrada en dicho círculo, se cuantifica por lo general una densidad menor de células, comparada con la que posee el paciente. Para obtener una distribución homogénea, propusimos y realizamos un microdispositivo con bordes rugosos [1], con lo cual se logró el primer objetivo de obtener una distribución homogénea para lograr un análisis más preciso. Esta realización fue un buen logro, pero en microdispositivos de varios milímetros. La pregunta actual para lograr lab-on-a-chips miniaturizados, con todas sus ventajas de tamaños más pequeños, es ¿cuáles deben ser las dimensiones óptimas si reducimos los tamaños de los diseños propuestos? Con dicho objetivo simulamos múltiples geometrías y analizamos la dinámica y distribución poblacional en su interior, usando modelos realistas [2], con parámetros de la dinámica celular observada previamente.

- [1] Disrupting the wall accumulation of human sperm cells by artificial corrugation, H. A. Guidobaldi, Y. Jeyaram, C. A. Condat, M. Oviedo, I. Berdakin, V. V. Moshchalkov, L. C. Giojalas, A. V. Silhanek, and V. I. Marconi *Biomicrofluidics* 9, 024122 (2015). Doi: 10.1063/1.4918979
- [2] Hitting the wall: Human sperm velocity recovery under ultra-confined conditions, M. A. Bettera Marcat, M. N. Gallea, G. L. Miño, M. A. Cubilla, A. J. Banchio, L. C. Giojalas, V. I. Marconi, and H. A. Guidobaldi, *Biomicrofluidics* 14, 024108 (2020). Doi: 10.1063/1.5143194. *Sci.Light* 2020. Doi: 10.1063/10.0001078

006. freno magnético actuado con ferrofluido

Cely O. Iván^{1, 2}, Moscoso L. Oscar³, Socolovsky Leandro^{1, 2}

¹ Universidad Tecnológica Nacional (UTN), Facultad Regional Santa Cruz

² Centro de Investigación y Transferencia de Santa Cruz - CONICET

³ Universidad Autónoma de Manizales, Colombia

Se desarrolló un dispositivo de freno magnético utilizando ferrofluidos para su funcionamiento. Consiste en un disco de aluminio coaxial con el eje de rotación sumergido en un ferrofluido, el cual está compuesto por nanopartículas de óxido de hierro estabilizadas con citrato en suspensión acuosa. El disco de aluminio se encuentra en la región media de un par de bobinas en configuración de Helmholtz. Este trabajo presenta las etapas iniciales en el desarrollo de un dispositivo para reducir el impacto de las ráfagas de viento en el funcionamiento de un aerogenerador. El estudio se centra en la cuantificación de la variación del campo magnético generado por bobinas en configuración Helmholtz cuando están sumergidas o no en el ferrofluido. Los resultados obtenidos para los valores del campo magnético en la región central de las bobinas tanto por

simulación de elementos finitos como por medición directa muestran una variación de 3 kA/m y 6 kA/m respectivamente. El ferrofluido que se utilizó fue sintetizado por coprecipitación, utilizando una variación que permite reducir costos al buscar una fuente alternativa para los precursores para los iones Fe^{+2} y Fe^{+3} [1]. También se presenta un prototipo del sistema, el cual fue diseñado utilizando herramientas de modelado asistido por computador, las piezas fueron prototipadas en impresora 3D o maquinadas en torno CNC según las características de cada pieza. Con el dispositivo se verificó los cambios de velocidad al aplicar campo magnético y se comparó el comportamiento cuando el disco está en presencia del ferrofluido como cuando no lo está.

Los autores agradecen al CONICET, a la UTN-FRSC, así como también al Dr. Alberto Caneiro (Y-Tec).

[1] J. D. Jara, L. S. Veiga, O. Garate, G. Ybarra, P. Tancredi, "Mass-production of water-based ferrofluids capable of developing spike-like structures," *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, 572, 2023, 170622.

[2] Di Bartolo, B. (2018). *Classical theory of electromagnetism*. World Scientific.

007. Estudio de un sistema vítreo mediante el comportamiento difusivo de los portadores de carga a través de su función espectral

Iguain José Luis¹, Sanchez Varretti Fabricio Orlando², Frechero Marisa Alejandra³

¹ *Instituto de Investigaciones Físicas de Mar del Plata (IFIMAR)*

² *Facultad Regional de San Rafael (FRSR)*

³ *Instituto de Química del Sur (INQUISur)*

Para un conjunto de iones con la misma masa, el análisis de la función de autocorrelación de velocidades normalizada (VAF) permite determinar el rango de frecuencias característico de los iones que se difunden en una estructura. Esta función permite calcular la densidad de estados vibracionales y examinar el espectro de frecuencias de las oscilaciones. Estos resultados pueden luego contrastarse con datos experimentales espectroscópicos. Por otro lado, las funciones espectrales permiten evaluar si los movimientos están correlacionados en el tiempo y determinar si existe un tiempo de correlación característico para un tipo específico de ion móvil en un sistema, ya sea cristalino o amorfo, cuando su entorno local cambia. Este cambio afecta la velocidad del ion en un momento dado. En esta investigación, hemos analizado la función espectral de los iones de litio en el metasilicato de litio en estado vítreo, estudiando su comportamiento en función de la temperatura. Se ha examinado un rango de temperaturas desde 700 K hasta 3500 K, observando el cambio del sistema desde un estado vítreo, pasando por la región de transición vítreo (T_g) y el estado de líquido subenfriado, hasta alcanzar el estado líquido. Nuestro objetivo es determinar una longitud de correlación característica para los iones que se difunden en un marco localmente ordenado de acuerdo con su composición química para este sistema macroscópicamente amorfo. Hemos registrado las posiciones de los iones a intervalos de 200 fs en trayectorias de 20 ps, en un sistema compuesto por 3456 átomos, siguiendo la fórmula nominal Li_2SiO_3 . Estos átomos fueron previamente equilibrados a las temperaturas de 700 K, 900 K, 1000 K, 1100 K, 1200 K, 1300 K, 2000 K y 3500 K, utilizando el ensamble NPT. Los resultados obtenidos nos han permitido comprender el tipo de movimiento cooperativo entre estos iones móviles, analizar su comportamiento difusivo y relacionar dicho comportamiento con la dispersión de alta frecuencia descrita por la ecuación empírica de Jonscher para la conductividad eléctrica en conductores de estado sólido.

008. Longitud de localización en redes poliméricas: estudio por medio de simulaciones de dinámica molecular y comparación con teoría de campo medio.

Villares Matias², Ceolin Marcelo¹, Muller Marcus²

¹ *Instituto de Investigaciones Físicoquímicas Teóricas y Aplicadas (INIFTA)*

² *Institut für Theoretische Physik, Uni-Göttingen, Germany.*

En este trabajo estudiamos redes poliméricas por medio de simulaciones empleando el software de dinámica molecular HOOMD-Blue [1]. Se utilizó un modelo con un alto grado de coarse-graining donde las configuraciones de las cadenas son descritas por el modelo gaussiano [2]. Las interacciones entre segmentos continuos de la cadena se describen por un potencial armónico con el agregado de un potencial anharmónico de cuarto orden, mientras que las interacciones entre segmentos no conectados lo hacen a través de un potencial cuadrático de dinámica disipativa de partículas (DPD). Este modelo describe correctamente las propiedades estáticas de los polímeros, pero no tiene en cuenta el efecto de la restricción de no cruzabilidad de las cadenas. Para incorporar este efecto de "entanglement" se incluye un modelo de "slip-springs" (SLPS) [3], i.e. resortes deslizantes, representado por una interacción tipo FENE [4] que actúa entre segmentos pertenecientes a distintas cadenas y cuya configuración se actualiza por medio de movimientos Monte-Carlo desplazándose a lo largo del contorno. El entrecruzamiento efectivo que da origen a la red se obtiene inmovilizando estos SLPS una vez concluida la etapa de termalización. Un parámetro clave en el estudio de redes poliméricas es la longitud de localización, definida como la escala espacial en que un segmento de la cadena polimérica se encuentra localizado, y asociada a la distancia media entre los puntos de entrecruzamiento de la red. En este trabajo determinamos esta cantidad de dos maneras: (1) a través del desplazamiento cuadrático medio de los segmentos y (2) a través de la función de dispersión intermedia (ISF), esto es, la función de correlación de las componentes de Fourier de la densidad de partículas. La teoría

de campo medio para redes aleatoriamente entrecruzadas predice para la longitud de localización: (1) una dependencia inversamente proporcional con la raíz cuadrada de la densidad de entrecruzante y (2) una distribución de probabilidad estadística que puede ser expresada en términos de una función de escala universal con un único máximo bien definido y seguido de un decaimiento asintótico [5]. El primer punto permite además determinar el grado de entrecruzamiento crítico como aquel en que la inversa de la longitud de localización es igual a cero. Los resultados de las simulaciones concuerdan con estas predicciones dando cuenta de un buen acuerdo entre la teoría y el modelo empleado. Como soporte del modelo planteado se presentan resultados de espectroscopía de correlación de fotones (XPCS) en hidrogeles de HEMA con entrecruzamiento creciente realizados en SIRIUS (Campinas, Brasil).

[1] Anderson, J. A.; Glaser, J.; Glotzer, S. C. HOOMD-blue: A Python package for high-performance molecular dynamics and hard particle Monte Carlo simulations. *Comput. Mater. Sci.* 2020, 173, 109363.

[2] Doi, M.; Edwards, S. *The Theory of Polymer Dynamics*; 1988.

[3] Chappa, V.; Morse, D. C.; Zippelius, A.; Müller, M. Translationally Invariant Slip-Spring Model for Entangled Polymer Dynamics. *Phys. Rev. Lett.* 2012, 109, 148302.

[4] K. Kremer and G. S. Grest, J. Dynamics of entangled linear polymer melts: A molecular dynamics simulation. *Chem. Phys.* 1990, 92, 5057.

[5] Castillo H. E.; Goldbart, P. M.; Zippelius A. Distribution of Localisation Lengths in Randomly Crosslinked Macromolecular Networks. *Europhys. Lett.* 1994, 28 (7).

009. Síntesis electroquímica de polímeros conductores porosos. Aplicación en dispositivos electrónicos orgánicos

Bermúdez Prieto Elizabeth¹, Boarini Milena², Calosso Andres¹, Durantini Javier¹, Gervaldo Miguel¹, Heredia Daniel², León Jaramillo Jhair C.¹, Macor Lorena¹, Renfige Rodriguez Melisa¹, Solís Claudia¹, Otero Luis¹

¹ Universidad Nacional de Río Cuarto (UNRC), IITEMA-CONICET, Dpto. de Química, Facultad de Cs. Exactas, Universidad Nacional de Río Cuarto, Río Cuarto, Córdoba, Argentina

² Universidad Nacional de Río Cuarto (UNRC), IDAS-CONICET, Dpto. de Química, Facultad de Cs. Exactas, Universidad Nacional de Río Cuarto, Río Cuarto, Córdoba, Argentina

Los polímeros conductores porosos (PCP) han surgido como una innovadora plataforma para la creación de dispositivos destinados a la conversión y almacenamiento de energía [1]. Estos materiales pueden albergar múltiples centros redox, lo que les otorga una elevada capacitancia, además pueden ser fabricados con una alta porosidad que facilita el acceso rápido de las cargas a dichos centros redox. Estas propiedades los convierten en excelentes candidatos para su aplicación como material activo en dispositivos electrónicos y optoelectrónicos, exhibiendo excelente estabilidad en los ciclos de carga y descarga a los que son sometidos. Los PCP adecuadamente funcionalizados presentan cambios de color [1] durante el proceso de carga y descarga, posibilitando que puedan ser utilizados en dispositivos de almacenamiento de energía como supercapacitores (SC) en los cuales es posible la monitorización visual de los estados de carga. Muchos de los PCP empleados en SC son sintetizados mediante métodos químicos complejos y de múltiples pasos, los cuales son costosos y generan residuos en gran cantidad. La electropolimerización se presenta como una alternativa para la fabricación de PCP. En este sentido, la polimerización electroquímica permite la síntesis y deposición simultáneas de la película polimérica en un solo paso, con un control adecuado del espesor de la película. En el presente trabajo se desarrollaron metodologías electroquímicas para polímeros conductores porosos para su utilización en dispositivos electrónicos. Para esto inicialmente se sintetizaron monómeros de porfirina y bis(difluoroborón)-1,2-bis[(1H-pirrol-2-il)metileno]hidracinas (BOPHY) adecuadamente funcionalizados, sustituido en dos de sus extremos por grupos trifetilamina (TEA) que permiten su electropolimerización sobre electrodos conductores [2]. La deposición del material polimérico se puso en evidencia por la observación de picos de oxidación correspondientes a la oxidación de los macrociclos y de la tetrafenilbencidina (TPB) generadas durante el proceso de ciclado electroquímico en la ventana de potencial adecuada. Además, los espectros de absorción de los polímeros fueron similares a los de los monómeros en solución indicando que los macrociclos de la porfirina y BOPHY no se alteraron durante la electropolimerización. Los estudios de espectroelectroquímica confirmaron la presencia de las unidades de TPB, ya que los espectros de absorción obtenidos a los potenciales de oxidación fueron típicos de cationes radicales y dicationes de esta especie. Los polímeros fueron evaluados como materiales electroactivos para la construcción de supercapacitores orgánicos y ventanas electrocromáticas, demostrando una gran estabilidad al ciclado y una elevada retención de la capacitancia y la eficiencia de coloración. Los estudios de carga-descarga galvanostática presentaron forma triangular simétrica, confirmando la reversibilidad electroquímica de los diferentes polímeros. Además, el comportamiento electrocromático observado en las películas poliméricas permite su aplicación en dispositivos transparentes, donde los procesos de carga/descarga pueden visualizarse mediante el cambio de coloración de las mismas. REFERENCIAS [1]. Gervaldo, M.A. et. al. (2022) *Engineering Materials*, pp. 379-397. [2]. Bermúdez Prieto, E., et. al. (2024) *RSC Advances*, 14 (23), pp. 15929-15941.

010. Optimización del Flujo en Mezclas Granulares Bi-Dispersas: Impacto de Partículas Finas de Diferentes Densidades en la Reducción del Atascamiento

Gharat Sandip H¹, Montero Julián^{2, 3}, Pugnali Luis A^{2, 3}

¹ Department of Chemical Engineering, Gharda Institute of Technology Lavel, Khed, Ratnagiri, India

² Universidad Nacional de La Pampa (UNLPam)

³ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

Investigamos el efecto de la adición de partículas finas de diferentes densidades en la reducción del atascamiento y la mejora del flujo de mezclas granulares bi-dispersas a través de orificios pequeños. Utilizamos semillas de amaranto, esferas de vidrio y de cerámica como especies finas, combinadas con esferas de vidrio de 2.0 mm como granos gruesos, variando la razón de densidad (grueso/fino) de 1.87 a 0.79. Analizamos el impacto de la razón de densidad en la tasa de flujo efectiva de las especies gruesas, la segregación durante el flujo y el atascamiento para una variedad de diámetros de orificios.

Los resultados experimentales muestran que la presencia de partículas finas facilita el flujo de los granos gruesos, previniendo el atascamiento. Observamos que la tasa de flujo efectivo de las especies gruesas es prácticamente independiente de la razón de densidad, sugiriendo que en aplicaciones prácticas enfocadas en la reducción del atascamiento, la densidad de las especies finas no es un parámetro relevante y puede seleccionarse en función de restricciones prácticas o económicas.

En adición a estos experimentos, se realizaron simulaciones utilizando el método de elementos discretos (DEM) para corroborar los resultados experimentales y explorar más a fondo la dinámica del flujo y atascamiento. Esto permitió observar con mayor detalle el comportamiento de las partículas finas y gruesas dentro del sistema, confirmando que la adición de partículas finas es una estrategia efectiva para mejorar el flujo y reducir el atascamiento de partículas gruesas en mezclas granulares, sin importar la densidad de las partículas finas empleadas.

Los resultados obtenidos permiten proponer nuevas formas de optimizar procesos industriales que involucran el almacenamiento y transporte de materiales granulares, asegurando un flujo eficiente y continuo.

011. Revisando los mecanismos de transporte de carga en soluciones de moléculas redox utilizando simulaciones. ¿Cuándo y por qué fallan las teorías analíticas?

Perez Sirkin Yamila¹, Tagliacruzchi Mario¹

¹ Instituto de Química, Física de los Materiales, Medio Ambiente y Energía (INQUIMAE)

Los procesos de transporte de cargas (iones y electrones) se encuentran presentes en gran parte de las tecnologías relacionadas con el transporte y almacenamiento de energía provenientes de fuentes renovables, tales como celdas fotovoltaicas, baterías y celdas de combustible. Dado que los materiales poliméricos se emplean en muchas de estas aplicaciones debido a su procesabilidad, estabilidad química y baja inflamabilidad, comprender el transporte de carga es esencial para el desarrollo de materiales para el almacenamiento de energía. El presente estudio introduce una nueva metodología teórica para modelar el transporte difusivo de carga en soluciones de moléculas redox activas. Combina dinámica de Langevin para las coordenadas espaciales y una formulación de ecuación maestra para describir los eventos de transferencia electrónica entre las moléculas redox. Se investigan los efectos de la concentración de las moléculas redox y la fuerza de las interacciones intermoleculares en el mecanismo de transporte de carga.

Tradicionalmente, la ecuación de Dahms-Ruff ha sido utilizada para modelar la velocidad de transporte de carga [1-3]. Plantea que el coeficiente de difusión aparente para el transporte de carga, D_{app} , puede calcularse como la suma de dos términos, uno de la difusión física de las partículas (D_{phys}) y otro debido a la transferencia de electrones entre una especie oxidada y otra reducida (D_{ex}). Sin embargo, esta es una ecuación de campo medio cuya validez no ha sido probada con teorías menos aproximadas. Observamos que las predicciones de la ecuación de Dahms-Ruff divergen de las de nuestro modelo para altas concentraciones y altas constantes de transferencia electrónica bimolecular, debido a que la transferencia de carga dentro de clústers transitorios de polímeros se vuelve relevante.

Por otro lado, se observa que el coeficiente de difusión aparente experimenta un máximo con respecto a la fuerza de las atracciones intermoleculares. Este máximo se atribuye a la formación de clústers y sus efectos opuestos en el coeficiente de difusión: la transferencia electrónica es rápida dentro de un clúster, pero la velocidad de transferencia entre clústers es menor. La aparición de este tipo de efectos demuestra la relevancia de las interacciones moleculares en el transporte de carga redox.

El uso de nuestra metodología permite concluir que las predicciones de la ecuación de Dahms-Ruff fallan para grandes concentraciones y altas constantes de transferencia electrónica bimolecular. Por otro lado, D_{app} sigue una tendencia no monótona con la fuerza de las atracciones entre segmentos de los polímeros. Este enfoque teórico no solo mejora la comprensión fundamental del transporte de carga en soluciones de moléculas redox, sino que también sugiere nuevas direcciones para el diseño de sistemas de almacenamiento de energía que consideren la influencia crucial de las interacciones intermoleculares y la formación de clusters en las propiedades de transporte de carga.

[1] Ruff, I. Experimental evidence of electronic conduction in aqueous solutions. *Electrochim. Acta* 1970, 15, 1059-1061.

[2] Ruff, I.; Friedrich, V. Transfer diffusion. I. Theoretical. *J. Phys. Chem.* 1971, 75, 3297-3302.

[3] Dahms, H. Electronic conduction in aqueous solution. *J. Phys. Chem.* 1968, 72, 362-364.

012. Conductividad no óhmica y rectificación de la corriente eléctrica en

supercristales de nanopartículas.

Bonoli Santiago F.¹, Missoni Leandro L.¹, Perez Sirkin Yamila A.¹, Tagliazucchi Mario¹

¹ Instituto de Química, Física de los Materiales, Medio Ambiente y Energía (INQUIMAE)

Los supercristales de nanopartículas (NPSLs) son materiales autoensamblados de nanopartículas monodispersas organizadas periódicamente. Estos materiales han despertado el interés de la comunidad científica debido a sus posibles aplicaciones en fotónica, plasmónica y nanoelectrónica. Recientemente, se ha observado mediante métodos computacionales[1] una respuesta no óhmica en la conductividad iónica de los NPSLs, mostrando un comportamiento similar al de nanoporos asimétricos, los cuales han sido ampliamente estudiados desde un enfoque teórico y computacional. A pesar de estas similitudes, el entendimiento de la conductividad iónica en los NPSLs sigue siendo limitado y necesita un desarrollo más profundo.

En este trabajo, estudiamos la conductividad iónica en NPSLs de forma teórica combinando una Teoría Molecular (MOLT) [2] para obtener la estructura de los ligandos y las ecuaciones de Poisson-Nernst-Planck (PNP) en tres dimensiones para el estudio del transporte iónico al aplicar un campo eléctrico externo, equivalente a aplicar una diferencia de potencial entre electrodos [3]. En particular, estudiamos nanopartículas modificadas con ligandos poliméricos, donde el segmento de cada polímero que está unido a las nanopartículas lleva una carga negativa y los segmentos restantes son neutros y cumplen la función de espaciador, es decir, se introducen para permitir controlar la distancia entre partículas variando el número de segmentos neutros. Se estudió en forma sistemática el efecto del parámetro de red, la constante dieléctrica en el espacio interpartícula, la estructura supercristalina y el agregado de sales en la conductividad iónica de la red.

Se observó que el comportamiento no lineal que presentan estos sistemas se incrementa con el aumento del parámetro de red y la disminución de la permitividad relativa. Esto lo atribuimos a una redistribución de iones a lo largo de la celda al aplicar el campo eléctrico externo. Inicialmente, los iones se encuentran cercanos a las NPs de carga opuesta y al aplicar un campo eléctrico externo ocurre un efecto de polarización en el que los iones se redistribuyen incrementando las concentraciones en el espacio entre partículas generando un flujo neto de corriente. Al incrementar el parámetro de red se aumenta la distancia entre las NPs, por lo que aparecen zonas de depleción entre ellas, lo que conlleva una resistencia interna del sistema a campos externos bajos. Sin embargo, al incrementar el campo hasta un valor crítico, se observa un aumento marcado en la conductividad iónica. Por otro lado, se observa que la no linealidad se pierde al incrementar la permitividad relativa del entorno a las NP debido a que las interacciones electrostáticas entre el polímero cargado y los iones son menos efectivas teniendo, por un lado, una menor resistencia interna en las zonas de depleción y, por el otro, una mayor facilidad de deformar la región iónica que circunda las NP.

Por último, proponemos un ejemplo de NPSL no centrosimétrico formado por NPs tipo Janus en el cual demostramos la capacidad de este tipo de materiales de presentar propiedades de rectificación de la corriente debido a la asimetría en la redistribución de los iones al aplicar el campo eléctrico.

Lionello, et al., ACS nano 17.1 (2022): 275-287.

Zaldivar, Gervasio, et al., ACS omega 7.43 (2022): 38109-38121.

Bonoli, et al., J. Phys. Chem. C 2024, 128, 25, 10723-10732.

013. Coexistencia de fases del agua mediante simulaciones de Monte Carlo

Salamone Agustín¹, Del Pópulo Mario¹, Fonrouge Sergio¹

¹ Universidad Nacional de Cuyo (UNCuyo), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN)

En el marco de un proyecto de tesis de grado, el presente trabajo busca aplicar técnicas de muestreo de Monte Carlo en el ensamble de Gibbs para caracterizar la coexistencia entre fases. Como punto de partida se analizó un sistema de agua con coexistencia de fases líquida y gaseosa, buscando replicar valores experimentales de densidad medidos a distintas temperaturas.

El equilibrio de fases se logra cuando se estabiliza el transporte de la sustancia en cuestión entre los dos estados, en este caso cuando se estabiliza el transporte de agua entre la fase líquida y la gaseosa. Mediante el software "Cassandra Monte Carlo" se construyó la representación del sistema empleando el ensamble de Gibbs [1-2], donde se simuló en simultáneo dos regiones de distinta composición y densidad sin una interfaz explícita. Se realizaron múltiples simulaciones de ambas regiones en un rango de temperatura de 300 a 645 K y se registró la densidad en cada caso. Se observó que la relación densidad-temperatura obtenida se corresponde a lo reportado [3], donde la densidad del líquido y el gas se igualan al llegar al punto crítico. Por lo tanto, puede concluirse que la metodología empleada resultó efectiva para calcular propiedades termodinámicas en la coexistencia del agua líquida y gaseosa, dentro del rango estudiado. El siguiente paso en este proyecto consistirá en caracterizar el equilibrio de soluciones acuosas de distintos tipos de alcoholes, confinadas en la red metalorgánica ZIF-8 [4].

Este trabajo ha sido realizado como parte de las Becas SIIP-2023, otorgada por la secretaría de Investigación, Internacionales y Posgrado de la Universidad Nacional de Cuyo.

- [1] Panagiotopoulos, A. Z. (1987). Direct determination of phase coexistence properties of fluids by Monte Carlo simulation in a new ensemble. *Molecular Physics*, 61(4), 813–826.
<https://doi.org/10.1080/00268978700101491>
- [2] Panagiotopoulos, A. Z., Quirke, N., Stapleton, M., & Tildesley, D. J. (1988). Phase equilibria by simulation in the Gibbs ensemble. *Molecular Physics*, 63(4), 527–545.
<https://doi.org/10.1080/00268978800100361>
- [3] Marin Rimoldi, E., Shah, J. K., & Maginn, E. J. (2016). Monte Carlo simulations of water solubility in ionic liquids: A force field assessment. *Fluid Phase Equilibria*, 407, 117–125.
<https://doi.org/10.1016/j.fluid.2015.07.007>
- [4] Zheng, B., Sant, M., Pierfranco Demontis, & Giuseppe Baldovino Suffritti. (2012). Force Field for Molecular Dynamics Computations in Flexible ZIF-8 Framework. *Journal of Physical Chemistry C*, 116(1), 933–938.
<https://doi.org/10.1021/jp209463a>

MATERIA CONDENSADA (PARTE 2)

JUEVES 19 17:30 - 19:30 hs.

Sala Angelelli

014. Desarrollo de electrodo metal-cerámico poroso Ni-MmO₂ para pilas de combustible de óxido sólido

Palacios Clara¹, Mogni Liliana^{1 2}, Malachevsky María Teresa^{3 1}, Cuello Larregle Sofía^{1 2}, Esquivel Marcelo², Melone Mauro^{1 2}¹ Instituto Balseiro (IB)² Instituto de Nanociencia y Nanotecnología (INN), Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)³ Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Departamento de Física de metales

La importancia de la industria del hidrógeno radica en su potencial como alternativa a los combustibles fósiles, facilitando así una transición energética hacia un sistema más sostenible y menos dependiente de los recursos no renovables. Es en este contexto que resulta relevante el estudio de las SOFC/SOEC, dispositivos electroquímicos íntegramente formados por materiales sólidos, que transforman reversiblemente combustibles livianos, como H₂, en electricidad y calor, y viceversa. Estas celdas están compuestas por diferentes partes, incluyendo el electrodo de combustible, el electrolito, el electrodo de aire e interconectores. Usualmente, el electrodo de combustible es un composite metal-cerámico, y para optimizar su eficiencia electroquímica, se busca maximizar las líneas triples metal/cerámico/gas [1]. Para lograrlo, es necesario controlar la microestructura del material, más específicamente, la distribución de las partículas metálicas y cerámicas, el tamaño de grano y la porosidad. En este trabajo se desarrollaron electrodos de combustible compuesto Ni-MmO₂, (donde Mm=Ce_{0,5}La_{0,22}Nd_{0,18}Pr_{0,06}), mediante dos métodos de conformado distintos: prensado y tape-casting [2]. En ambos casos, se obtuvo la fase intermedia de MmNi₅ por fundición en frío (molienda) [3]. Se llevaron a cabo tratamientos térmicos en aire para obtener una segunda fase intermedia, seguidos de un tratamiento térmico en atmósfera reductora de H₂/Ar para una reducción suave obteniendo finalmente el Ni metálico y los óxidos de Mm. Se estudió la evolución de la microestructura en los distintos procesos de conformado mediante difracción de rayos X, microscopía SEM y tomografía de rayos X a fin de optimizar el proceso de fabricación.

[1] Mogni L. et al. Integración de la tecnología de celdas de óxido sólido reversibles a una planta nuclear para la producción de combustible y generación eléctrica. Departamento de Caracterización de Materiales-Centro Atómico Bariloche, 2015.

[2] Larregle, Sofía Cuello, Laura Baqué, and Liliana Mogni. *Solid State Ion.* 394 (2023): 116210.

[3] Obregón S.A, Andrade-Gamboa J.J., Esquivel M.R., *Int. J. Hydrog. Energy*, volume 37 pp 4972-4977, 2012.

015. Análisis de la influencia del desorden por enlaces aleatorios sobre redes de skyrmiones ferromagnéticos

Iroulart Esteban Andrés^{1 2}, Gómez Albarracín Flavia Alejandra^{1 3}, Rosales Hector Diego^{1 3}¹ Instituto de Física de Líquidos y Sistemas Biológicos (IFLYSIB)² Universidad Nacional de La Plata (UNLP), Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas³ Universidad Nacional de La Plata (UNLP), Departamento de Ciencias Básicas, Facultad de Ingeniería

En este trabajo, examinamos el impacto de introducir desorden de enlace aleatorio (Random-Bond Disorder) en una red de skyrmiones ferromagnéticos, basándonos en dos modelos diferentes para las interacciones de intercambio y Dzyaloshinskii-Moriya: el Modelo I, donde ambas interacciones presentan la misma distribución de desorden y, por lo tanto, la misma distorsión local, y el Modelo II, donde ambas interacciones tienen diferentes distribuciones de desorden. A través de simulaciones de Monte Carlo, exploramos el efecto del desorden en los enlaces sobre las fases emergentes inducidas por un campo magnético externo a diferentes temperaturas, variando la amplitud del desorden en un rango desde regímenes débiles (10 por ciento) hasta fuertes (200 por ciento).

Nuestro estudio muestra que, para ambos modelos, un desorden moderado en campos magnéticos bajos rompe el orden helicoidal e induce una fase de bimerones topológicamente no trivial. También encontramos que la fase de red de skyrmiones pierde su periodicidad, pero sorprendentemente, las fases resultantes retienen características topológicas hasta altas amplitudes de desorden. Además, se observa una diferencia significativa entre ambos modelos de desorden en campos magnéticos altos: mientras que en el primer modelo la fase de skyrmiones a altos campos es suprimida por el desorden, en el segundo modelo esta fase se ve potenciada y expandida en temperatura y campo magnético.

Asimismo, para el segundo modelo, valores intermedios de desorden inducen una fase de skyrmiones diluida y texturas quirales que emergen de la fase ferromagnética a bajas temperaturas.

016. Desarrollo de detectores de partículas ionizantes basados en transistores de GaN

Molina Nicolás Agustín¹, Gómez Andrade Victoria Alejandra², Abbas Martín Javier³, Mirenda Martín³, Perez María Dolores², Giudici Paula²

¹ Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN)

² Instituto de Nanociencia y Nanotecnología (INN), Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA)

³ Centro Atómico Constituyentes (CAC), Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

Los semiconductores de nitruro de galio (GaN) son utilizados comúnmente en dispositivos optoelectrónicos y en electrónica de potencia, tales como diodos emisores de luz (LEDs), láseres, y transistores de alta movilidad de electrones (HEMTs), incluso como detectores de partículas ionizantes. Este material de *band-gap* amplio ofrece ventajas significativas como su alta energía de desplazamiento¹, y gran estabilidad térmica², en comparación con semiconductores como el silicio (Si) y el arseniuro de galio (GaAs). Particularmente, el GaN presenta una gran resistencia a la radiación, característica que lo ha vuelto atractivo en diversos campos de aplicación (física, astronomía, ciencias nucleares, etc), como detector de partículas. Sin embargo, la respuesta a la radiación es pobre ya que la zona activa es una capa delgada de unos cientos de nanómetros. En el marco de este proyecto hemos demostrado por otra parte que estos transistores tienen una excelente respuesta como detectores de radiación UV, ya que la respuesta eléctrica no precisa de toda la profundidad del material como es el caso de detección de partículas³. Los centelladores se conforman como mezcla de compuestos que se excitan con la interacción con la radiación de partículas. La energía cedida por la radiación a través de ionización y excitación, hace que los electrones de valencia pueblen los estados excitados, los cuales luego decaen radiativamente emitiendo fotones de energía específica. El agregado de compuestos a matrices centelladoras poliméricas es objeto de estudio debido a su mejora en la eficiencia para detección de rayos X, γ^4 y partículas α . En este trabajo desarrollamos centelladores orgánicos que transforman la energía de las partículas ionizantes en radiación UV. Estos centelladores están diseñados para emitir en el rango de 280-340 nm, un rango en el que los transistores de GaN/AlGaIn absorben muy eficientemente. Los centelladores más sencillos son fabricados de poliestireno dopado con naftaleno y nanopartículas de CeF_3 , logrando emisiones en los rangos de respuesta óptimos del semiconductor. Una segunda generación de centelladores es a base de poliviniltolueno, que presenta una emisión más intensa en el rango UV. En este trabajo mostraremos los distintos resultados y las ventajas y desventajas de los diferentes materiales. Adicionalmente, mostraremos resultados de simulaciones de radiación sobre centelladores, realizadas mediante el programa Geant4. [1] J. Nord, K. Nordlund, J. Keinonen, and K. Albe, *Nucl. Instrum. Methods Phys. Res., Sect. B* 202, 93-99 (2003). [2] J. Grant, R. Bates, W. Cunningham, A. Blue, J. Melone, F. McEwan, J. Vaitkus, E. Gaubas, and V. O'Shea, *Nucl. Instrum. Methods Phys. Res., Sect. A* 576 (1), 60-65 (2007). [3] A. Y. Polyakov, N. B. Smirnov, A. V. Govorkov, A. V. Markov, E. A. Kozhukhova, I. M. Gazizov, N. G. Kolin, D. I. Merkurisov, V. M. Boiko, A. V. Korulin, V. M. Zalyetin, S. J. Pearton, I. H. Lee, A. M. Dabiran, and P. P. Chow, *J. Appl. Phys.* 106 (10), 103708 (2009) [4] Cai, Wen; Chen, Qi; Cherepy, Nerine; Dooraghi, Alex; Kishpaugh, David; Chatziioannou, Arion; Payne, Stephen; Xiang, Weidong; Pei, Qibing. (2013). Synthesis of bulk-size transparent gadolinium oxide-polymer nanocomposites for gamma ray spectroscopy. *Journal of Materials Chemistry C*, 1(10), 1970.

017. Fabricación de óxidos de hierro y heteroestructuras de óxidos de hierro/óxido de zinc: avances preliminares de sus propiedades físicas y fotocatalíticas

Donaire Pereyra Florencia Yazmín^{1 2}, Juárez Gastón Alejandro^{1 2}, Aragón Rodríguez Ana Paulina¹, Ovejero Mauricio Alejandro¹, Ávila Gerónimo Isaías¹, Pais Ospina Daniel^{1 2 3}, Marin-ramirez Oscar^{1 2 3}

¹ Universidad Nacional de Tucumán (UNT), Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología (FACET), Departamento de Física, Laboratorio de Física del Sólido.

² Universidad Nacional de Tucumán (UNT), Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología (FACET), Departamento de Física, Nanoproject – Laboratorio de Nanomateriales

³ Universidad Nacional de Tucumán (UNT), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Instituto de Física del Noroeste Argentino (IFINOA)

Existen diversas técnicas para remediar aguas contaminadas con residuos industriales, incluyendo adsorción, coagulación-floculación y procesos de oxidación avanzada. Dentro de este último, la fotocatalisis aparece como una técnica prometedora, principalmente por el poco espacio que se requiere para instalar reactores, el bajo costo de los fotocatalizadores y la posibilidad de usar luz solar como insumo energético.

Una limitante del método es la recuperación del material fotocatalítico. En este sentido, se está estudiando la posibilidad de fabricar fotocatalizadores con propiedades magnéticas para facilitar su remoción. Aunque algunas ferritas tienen

propiedades ópticas y electrónicas que les confieren capacidad fotocatalítica, su eficiencia no se compara con otros óxidos más utilizados como el dióxido de titanio o el óxido de zinc.

Para resolver esto, una posibilidad interesante es la fabricación de heteroestructuras fotocatalíticas que contengan un material magnético como una ferrita y un óxido semiconductor de probada eficiencia. La ferrita de calcio ($CaFe_2O_4$) es un semiconductor tipo p que viene siendo muy estudiada para su uso como fotocatalizador, ya que tiene un gap alrededor de 1.9 eV, permitiéndole absorber luz visible. En contraste, el óxido de zinc es un semiconductor tipo n que absorbe luz ultravioleta (gap de 3.37 eV). Una heteroestructura formada entre estos dos materiales puede tener una alta eficiencia fotocatalítica debido principalmente a la formación de una juntura pn que evitará la recombinación de pares electrón-hueco fotogenerados y a que absorberá luz tanto en el ultravioleta como en el visible, permitiendo también el uso de radiación solar como fuente de luz.

Sin embargo, debido a la alta estabilidad de compuestos intermedios, la fabricación a baja temperatura de $CaFe_2O_4$ es un desafío. En este trabajo se presentan resultados preliminares de la síntesis de esta ferrita a través de la técnica hidrotermal, explorando el efecto que tiene el agente alcalino sobre las propiedades físicas del material obtenido y sobre las propiedades de la heteroestructura formada con ZnO. Esta heteroestructura se fabrica por descomposición térmica del acetato de zinc dihidratado.

Se estudiaron polvos obtenidos usando hidróxido de sodio (NaOH), hexametilentetramina (HMTA) y dietanolamina (DEA) como agentes alcalinos. La síntesis se llevó a cabo en reactores hidrotermales cerrados a una temperatura de 180 °C durante 18 horas. Los resultados de difracción de rayos X y espectroscopía Raman realizados sobre los polvos simples mostraron que la fase principal fue la hematita ($\alpha - Fe_2O_3$), con picos compatibles con hidróxido de calcio, carbonato de calcio y $Ca_2Fe_2O_5$. La microscopía electrónica de barrido mostró una fuerte influencia del agente alcalino sobre la morfología.

Para el caso de las heteroestructuras, la difracción de rayos X demostró el crecimiento de una fase de ZnO; además, experimentos de fotoluminiscencia mostraron emisión de luz típica del ZnO (los óxidos de hierro puro no presentaron emisión de luz). La microscopía electrónica de barrido demostró que el ZnO creció sobre la superficie de los óxidos de hierro, formando efectivamente la heteroestructura buscada.

La actividad fotocatalítica se estudió mediante la degradación de azul de metileno y los resultados mostraron que las heteroestructuras tuvieron mayor degradación que las estructuras simples después de 1 hora de exposición a luz UV-Visible. Los óxidos de hierro simples condujeron a degradaciones del 10, 13 y 19% para derivados de las síntesis usando DEA, HMTA y NaOH respectivamente, mientras que después de la formación de las heteroestructuras con ZnO, se obtuvieron degradaciones de 52, 73 y 92% para los polvos derivados de síntesis usando DEA, NaOH y HMTA, respectivamente.

018. Propiedades eléctricas y magnéticas no-lineales en la implantación de Potasio en el superconductor β -FeSe

Mogensen Gonzalo Alfredo^{1, 2}, Franco Diego Gaspar^{1, 2}, Lanoël Lucio^{1, 2}, Olivares César³, Pérez Pablo Daniel^{3, 4}, De Biasi Emilio^{1, 3, 4}, Suárez Sergio³, Lucero Manzano Andrea Marina³, Grizzi Oscar², Tolley Alfredo^{1, 2}, Levy Pablo², Baruj Alberto³, Nieva Gladys^{1, 2}

¹ Instituto Balseiro (IB)

² Instituto de Nanociencia y Nanotecnología (INN)

³ Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Centro Atómico Bariloche (CAB)

⁴ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

El superconductor β -FeSe ha sido ampliamente estudiado en los últimos años por sus propiedades cuánticas: la emergencia de superconductividad no-convencional sin orden magnético arriba de la temperatura crítica, y a los drásticos cambios en sus propiedades eléctricas y magnéticas inducidos por presión o por dopaje. El crecimiento de monocristales dopados, especialmente $K_xFe_{2-y}Se_2$, todavía permanece siendo un desafío debido a que se encuentra mezclado con una fase aislante espuria a escala mesoscópica con el superconductor de T_c hasta 45 K [1]. Estamos trabajando en una alternativa en la cual crecemos monocristales de β -FeSe y les implantamos K por irradiación. Presentaremos nuestros últimos resultados y discusiones de los efectos del dopaje y del daño, causados por la implantación de K, en las propiedades eléctricas y magnéticas de las muestras. Técnicas tales como microscopía electrónica SEM y TEM, entre otros, apoyarían a la explicación de las propiedades no-lineales encontradas a bajas temperaturas en este material.

Agradecimientos: ANCYPT PICT2018-1533, U.N. de Cuyo 06/C018 T1.

Referencias:

[1] Wen C., Xu H., Chen C. et al., Nat Commun 7, 10840 (2016).

019. Influencia de la composición en las propiedades estructurales, eléctricas y magnéticas de películas delgadas de ferritas de magnesio depositadas por pulverización catódica sobre sustratos de $SrTiO_3$

Salcedo Rodríguez K. L.^{1, 2}, Stewart S. J.¹, Bridoux German³, Villafuerte M.³, Cabrera A. F.¹, Liying Liu⁴, Rodríguez Torres C. E.¹

¹ Instituto de Física de La Plata (IFLP), Departamento Física, Fac.de Cs Exs, UNLP, Instituto de Física La Plata IFLP-CCT, La Plata, La Plata, Argentina.

² Universidad Nacional de La Plata (UNLP), Departamento de Ciencias Básicas, Facultad de Ingeniería, UNLP, La Plata, Argentina

³ Universidad Nacional de Tucumán (UNT), Fac. de Cs Exs y Tecnología, Lab. de Física del Sólido, INFNOA (CONICET-UNT), San Miguel de Tucumán, Argentina.

⁴ Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF), Rio de Janeiro 22290-180, Brasil

Las ferritas MFe_2O_4 (M: Metal de transición) tienen una estructura tipo espinela AB_2O_4 , donde los iones divalentes (M^{2+}) y los iones de Fe^{3+} se distribuyen en sitios octaédricos (A) y/o tetraédricos (B). Cuando los iones M^{2+} ocupan exclusivamente los sitios A y los iones Fe^{3+} ocupan los sitios B, se denomina espinela normal. En casos en que los sitios A estén ocupados por Fe^{3+} y los B por iones M^{2+} y Fe^{3+} , se las denomina invertidas. En la estructura parcialmente invertida, una fracción significativa de los iones Fe^{3+} ocupa sitios octaédricos. El cambio en la distribución de los iones magnéticos entre los sitios A y B, determina las propiedades magnéticas del sistema [1]. Dentro de los factores que influyen en las propiedades de las ferritas, en el caso de muestras en películas delgadas, el método de fabricación y el sustrato utilizado son determinantes [2-4]. La ferrita de magnesio ($MgFe_2O_4$), presenta una estructura parcialmente invertida, alta estabilidad química, es magnéticamente blanda, es un semiconductor tipo n, y presenta alta temperatura de Curie lo que la convierte en uno de los sistemas de interés para aplicaciones en espintrónica, entre otras [5,6]. En este trabajo se presenta un estudio que muestra cómo la fracción relativa Mg/Fe influye en las propiedades estructurales, eléctricas y magnéticas de películas delgadas de $Mg_xFe_{2-x}O_4$. Las películas fueron crecidas sobre sustratos de $SrTiO_3$ (STO) por DC sputtering a partir de multicapas MgO-FeO. a una temperatura de 700°C para favorecer los procesos de interdifusión entre las capas. Las muestras fueron caracterizadas mediante difracción de rayos X (XRD), microscopía de fuerza atómica (AFM), espectroscopia de rayos X de energía dispersiva (EDS), medidas magnéticas (M vs H, ZFC-FC, IRM-TRM) y de transporte eléctrico (R vs T, I-V, Fotoconductividad). Los resultados mostraron el efecto de la variación de la relación Fe/Mg, el sustrato STO y los fenómenos de interfaz en la presencia de fotoconductividad observada en la muestra.

[1] J. Smit, H.P.J. Wijn, Ferrites, Philips Gloeilampenfabrieken, Eindhoven, 1959

[2] K.L. Salcedo Rodríguez, et.al, Journal of Magnetism and Magnetic Materials 469 (2019) 643–649.

[3] Ramesh Ade, et. al, J. Appl. Phys. 127, 113904 (2020)

[4] Liu, H.; Yu, Z.; Song, X.; Ran, M.; Jiang, X.; Lan, Z.; Sun, K. Coatings 2023, 13, 690.

[5] Hyeonkwon Lee, et. al, Adv. Eng. Mater. 25, (2023) 2300021

[6] Hafiza Benish Munawar et. Al, Int J Quantum Chem. (2023) e27124

020. Mediciones de transporte bajo deformación y esfuerzo controlados en monocristales superconductores de la familia $Ba(Fe_{1-x}Co_x)_2As_2$

Castillo Menegotto F¹, Benegas F¹, Schmidt J², Hicks C³, Marziali Bermudez M⁴, Pasquini G⁴

¹ Departamento de Física, FCEyN, Universidad de Buenos Aires

² Ames Laboratory, Iowa State University, USA

³ University of Birmingham, UK, Max Planck Institute for Chemical Physics of Solids, Dresden, Alemania

⁴ IFIBA, CONICET-Universidad de Buenos Aires

La superconductividad convencional, explicada desde primeros principios a partir de la teoría BCS, está hoy ampliamente comprendida, y los materiales superconductores se usan en numerosas aplicaciones. Sin embargo, aún está en discusión el mecanismo responsable de la superconductividad no convencional, no adjudicable a un mecanismo de apareamiento tipo BCS. En este contexto, varias familias de superconductores no convencionales basados en Fe, entre las que se encuentran los monocristales de $Ba(Fe_{1-x}Co_x)_2As_2$, evidencian una inter-relación entre el orden nemático, i.e., la ruptura de simetría en las propiedades electrónicas, con el orden superconductor [1]. Se ha postulado que este acople podría estar vinculado con el origen de la superconductividad en estos compuestos. El orden nemático es cuantificable experimentalmente mediante técnicas de medición de transporte eléctrico, que establecen el vínculo entre la deformación y la anisotropía resistiva del material [2].

El abordaje de este trabajo está centrado principalmente en experimentos de transporte a bajas temperaturas en monocristales de $Ba(Fe_{1-x}Co_x)_2As_2$ bajo esfuerzos uniaxiales. Recientemente, mediciones simultáneas de elasto-resistividad y rayos-x de alta resolución en muestras de $Ba(Fe_{0,96}Co_{0,04})_2As_2$ sometidas a este tipo de esfuerzos en la dirección [110], mostraron que cerca de la transición estructural-nemática la deformación nominal difiere notablemente de la real [3].

En nuestro caso, contamos con un dispositivo que permiten aplicar tensiones uniaxiales en pequeñas muestras (monocristales) a través de una disposición compensada de piezoeléctricos, midiendo su deformación nominal y el esfuerzo aplicado [4-5]. En este dispositivo, la deformación y el esfuerzo se determinan a partir de medir el desbalance de sendos puentes de Wheatstone formados por galgas extensiométricas ubicadas sobre flejes que se deforman cuasi-solidariamente con la muestra.

Durante este trabajo se llevó a cabo la puesta a punto de la técnica experimental, que incluyó desde el desarrollo de nueva electrónica, automatización de equipos, optimización y ensayo de la calidad de los contactos en monocristales, hasta su montaje en el dispositivo y desarrollo de *software* para rutinas de medición. Presentamos resultados preliminares de mediciones realizadas con nuestra técnica en un monocristal de composición similar a la de la Ref. [3] y discutimos los resultados.

[1] Kivelson, S., Fradkin, E. and Emery, V. *Nature* 393, 550–553 (1998)

[2] J. Schmidt et al, *Phys. Rev. B* 99 (2019) 064515

[3] Sanchez, J.J. et al *Nat. Mater.* 20, 1519–1524 (2021)

[4] Clifford W. Hicks et al, *Rev. Sci. Instrum.* 85 (2014) 065003

[5] Mark E. Barber et al, *Rev. Sci. Instrum.* 90 (2019) 023904

021. Caracterización electrónica de heteroestructuras híbridas superconductor/semiconductor de Al/InAs

Tene Chávez Christopher^{2 1}, Ramos Kelvin^{2 1 3}, Salazar Leonardo^{2 1}, Pastoriza Hernán^{2 1 3}, Tosi Leandro^{2 1 3}, Bougeard Dominique⁴

¹ Grupo de Circuitos Cuánticos, Div. Dispositivos y Sensores, CAB-CNEA

² Instituto Balseiro (IB)

³ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

⁴ Regensburg University, Regensburg, Alemania

Inducir superconductividad en un gas bidimensional de electrones (2DEG) ha sido una meta perseguida durante varias décadas sin mucho éxito hasta un breakthrough en 2015 [1,2]. La clave es el crecimiento epitaxial por MBE de heteroestructuras semiconductoras donde el 2DEG está cerca de la superficie. Allí se deposita el superconductor sin romper el vacío y debido a la limpieza de la interfase, los electrones del gas pueden heredar propiedades superconductoras [3]. En este trabajo presentamos mediciones de transporte para caracterizar las propiedades electrónicas de heteroestructuras híbridas Al/InAs donde observamos una transición superconductor. A partir de la dependencia de la resistencia con la temperatura y el campo magnético reconstruimos el diagrama de fase H_c vs T_c de estas heteroestructuras. Presentamos también resultados preliminares en junturas NS [4] y mediciones de caracterización del 2DEG.

Refs

[1] Th. Schäpers, *Superconductor/Semiconductor Junctions*, Springer (2001).

[2] Shabani: J Shabani et al., *Physical Review B* 93 (15), 155402 (2016), Two-dimensional epitaxial superconductor-semiconductor heterostructures: A platform for topological superconducting networks

[3] M. Kjaergaard, *Proximity induced Superconducting Properties in one and two dimensional semiconductors*, Ph.D. Thesis Copenhagen University (2015).

[4] M. Kjaergaard et al., Quantized conductance doubling and hard gap in a two-dimensional semiconductor–superconductor heterostructure, *Nature Communications* 7 12841 (2016)

022. Estudio de la adsorción de polisulfuros de litio en lámina de grafeno dopada con metales de transición en baterías Li-S

Aramburu V.¹, Abellan N.¹

¹ Centro de Investigaciones Fisicoquímicas Teóricas y Aplicadas, CIFTA, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales UNCA

Uno de los problemas más críticos en las baterías de litio-azufre (Li-S) es el efecto Shuttle. La transferencia de polisulfuros de litio solubles (LiPS) desde el cátodo de azufre al ánodo de litio conduce a la degradación de la capacidad y los ciclos de vida de la batería. Estudios recientes han demostrado que los materiales de capa intermedia a base de carbono, introducidos entre el cátodo y el ánodo, pueden mitigar eficazmente el efecto Shuttle y aumentar los ciclos de vida de la batería. Se ha investigado diferentes tipos de superficies de grafeno dopadas y co-dopadas con metales de transición mediante cálculos teóricos. Se ha observado que algunas superficies de grafeno dopadas con heteroátomos muestran una fuerte interacción con los iones de litio, y que la adsorción de LiPS puede proceder a través de diferentes mecanismos. En este trabajo, se estudian estructuras de polisulfuros (PSs) combinados con óxidos de metales de transición, asumiendo que este tipo de especies mejoraría la cinética de oxidación del material. Para ello, utilizamos técnicas de modelado computacional basadas en la Teoría del Funcional de la Densidad (DFT) para analizar la adsorción de polisulfuros de litio (Li₂S₂ y Li₂S₄) en grafeno dopado. Se emplea el funcional PBE1PBE y los pseudopotenciales LANL2DZ para átomos metálicos, y las bases 6-31G+ para los átomos de azufre. Primero optimizamos el grafeno y luego adsorbemos las moléculas de polisulfuros de litio. Estudiamos las propiedades catalíticas del sistema en vacío y en solvente. Para considerar la incidencia del solvente, utilizamos el Modelo Continuo Polarizable (PCM) y como solvente implícito, un compuesto orgánico polar aprótico denominado N,N-Dimetilformamida (DMF). Análisis estructurales y electrónicos detallados indican que laminas de grafeno co-dopadas con heteroátomos pueden reducir eficazmente el efecto Shuttle. Esto permite plantear nuevos materiales que

puedan ser empleados como una estructura alternativa en el cátodo de las baterías de litio-azufre.

023. Celdas Solares Basada en TiO_2 Sensibilizado con Colorante: Estudio de Cambio de Material Empleado en Contraelectrodo

Paz Belén N.¹, Juárez Agustina R.¹, Bazarra Diego A.¹, Cattaneo Mauricio^{1 2}, Comedi David^{1 2}, Vega Nadia C.^{1 2}

¹ Universidad Nacional de Tucumán (UNT)

² Instituto de Física del Noroeste Argentino (IFINOA), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Universidad Nacional de Tucumán (UNT)

La creciente demanda en el suministro de energía ha acelerado el agotamiento de combustible fósil. Se proyecta que las reservas de estos combustibles durarán entre 40 años para el petróleo, 60 años para el gas natural y 200 años para el carbón. Esta situación ha estimulado el avance de las tecnologías de energía renovable, llevando a que, por ejemplo, la Unión Europea establezca un objetivo para el 2030 de que al menos el 27% del consumo de energía final provenga de una energía renovable. La búsqueda de nuevas tecnologías de conversión de la energía solar en energía eléctrica, en forma eficiente e innovadora, con bajos costos económicos y ambientalmente amigables, hace que en la actualidad se estén explorando nuevos materiales con propiedades optoelectrónicas apropiadas a tal fin.

Las celdas solares híbridas, son actualmente uno de los principales temas de estudio y desarrollo de científicos a nivel mundial, debido a que, a pesar de presentar eficiencias relativamente bajas en comparación a las celdas convencionales de Si, estos dispositivos son de bajo costo de fabricación, emplean tecnologías muy sencillas para su desarrollo, y los materiales empleados son biocompatibles y no tóxicos, llevando a una disminución en la contaminación ambiental, lo cual es uno de los objetivos principales en la actualidad del desarrollo tecnológico.

En este trabajo presentamos la fabricación de celdas solares sensibilizadas por colorante (dye sensitized solar cell, DSSC) en la cuales se estudia la influencia del material usado como contraelectrodo. En estos dispositivos, los electrodos fueron fabricados depositando un film del semiconductor TiO_2 sobre un sustrato de FTO/vidrio mediante la técnica de doctor blade, mientras que los contraelectrodos fueron de: Pt depositado por sputtering, Pt depositado por solución (doctor blade), capa de grafito y una capa de polímero conductor transparente PEDOT. Todos ellos fueron desarrollados empleando FTO/vidrio. De esta manera, se obtuvieron 4 celdas solares DSSC, en las que solo se varió únicamente el material de contraelectrodo. Para todas las celdas, se empleó el colorante N749, y como electrolito a KI/I_2 .

Se realizaron mediciones de densidad de corriente en función del voltaje en oscuro y bajo iluminación proveniente de un simulador solar, a partir de lo cual se obtuvieron las eficiencias de los dispositivos. Además, se complementó con un estudio de espectroscopía de impedancia.

024. Perovskitas híbridas (MAPbI_3) modificadas con NpAu (nanopartículas de Au) con diferentes morfologías

Fainsod Gastón^{1 2}, Bello Bautista M.^{1 2}, Gómez A. Victoria A.^{3 2}, Giudici Paula³, Perez M. Dolores^{3 2}

¹ Universidad de Buenos Aires (UBA)

² Instituto de Nanociencia y Nanotecnología (INN)

³ Centro Atómico Constituyentes (CAC)

La perovskita es un tipo de estructura cristalina cuya fórmula química se representa por ABX_3 donde A y B son cationes mientras que X es un anión. Las perovskitas híbridas orgánicas-inorgánicas han mostrado un gran avance en el mejoramiento de sus propiedades fotovoltaicas y ópticas, como también su tiempo de vida desde las primeras síntesis en 2010. Una de la más estudiadas, y la utilizada en este trabajo, es la perovskita formada por Metilamonio (MA), Plomo (Pb) y Yodo (I) dando lugar a la estructura MAPbI_3 . Las perovskitas tienen propiedades semiconductoras y se utilizan principalmente en celdas solares, detectores de rayos X, fotodetectores de bajo costo entre otras aplicaciones. [1]

En este trabajo se propuso la incorporación de nanopartículas de Au en películas delgadas de perovskitas híbridas (MAPbI_3), con el objetivo de caracterizar diferentes configuraciones. Los sistemas a estudiar difieren tanto en concentración y forma de las nanopartículas (esferas y estrellas), con configuraciones *bottom* y *bulk*. La fabricación *bottom* consiste en el crecimiento de NpAu sobre vidrio y posteriormente su depósito del material fotoactivo MAPbI_3 . Por otro lado, la configuración *bulk* constituye la incorporación de NpAu en la solución madre de MAPbI_3 . [2]

Las configuraciones fabricadas se caracterizaron por XRD (difracción de rayos X), Espectroscopía UV-VIS, SEM (Microscopía electrónica de barrido), Espectroscopía Raman, y fotoluminiscencia; confirmando así la fase cristalina deseada de la perovskita, calculando el tamaño de cristalita a partir del ancho de los picos de difracción. Las micrografías permitieron observar la distribución de NpAu en las películas delgadas. Las espectroscopías no se vieron modificadas por la incorporación de este tipo de material a la MAPbI_3 . La caracterización dejó en evidencia que las muestras tipo *bottom* tenían poca influencia en una mejora de las propiedades ópticas y estructuras del material, mientras que las películas fabricadas en *bulk* muestran una mejora en las propiedades ópticas y modificaciones en la estructura de la perovskita. Por lo anterior, elegimos la configuración *bulk* para fabricar celdas solares con NpAu de estrellas dando como resultado eficiencias prometedoras para este tipo de sistema.

[1] Jena, A. K.; Kulkarni, A.; Miyasaka, T. Halide Perovskite Photovoltaics: Background, Status, and Future Prospects. *Chem. Rev.* 2019, 119 (5), 3036–3103. <https://doi.org/10.1021/acs.chemrev.8b00539>.

[2] Hyojung Kim, Hye Ryung Byun, Bora Kim and Mun Seok Jeong *Journal of the Korean Physical Society*, Vol. 73, No. 11, December 2018, pp. 1725-1728.

025. Propiedades Magnéticas de la aleación tipo Heusler Cu_2FeAl preparada por melt-spinning

Calisaya C D¹, Venosta L¹, Zandalazini C I^{1 2}, Bercoff P G^{1 2}, Oliva M I^{1 2}

¹ *Universidad Nacional de Córdoba (UNC), Facultad de Matemática Astronomía, Física y Computación (FAMAF), Grupo Ciencia de Materiales. Córdoba, Argentina.*

² *Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Instituto de Física Enrique Gaviola (IFEG), Córdoba, Argentina.*

Las aleaciones de Heusler son objeto de investigación por sus interesantes propiedades como la semi-metalicidad y el efecto de memoria de forma magnética, además de su potencialidad para ser utilizadas en espintrónica. En general tienen una composición del tipo X_2YZ , donde X e Y son metales de transición y Z es otro metal (Al, In, Sn, etc.). En este trabajo caracterizamos estructural y magnéticamente la aleación Heusler Cu_2FeAl que es muy poco estudiada en la literatura ya que el Fe se encuentra ocupando el sitio Y en vez del tradicional X. Se prepararon cintas mediante melt-spinning y se caracterizaron por distintas técnicas. Resultados de difracción de rayos X indican que las muestras son cristalinas, de fase fcc detectándose los picos de orden L21. Las muestras también se caracterizaron mediante XPS con el objetivo de verificar la composición y los estados químicos superficiales. Las propiedades magnéticas se estudiaron midiendo ciclos de histéresis a diferentes temperaturas y las curvas “zero field cooling-field cooling”. Observamos que la coercitividad se mantiene prácticamente constante en un valor de $H_c=30$ mT en todo el rango de temperatura medido y que la magnetización de saturación alcanza valores entre 53 emu/g a 300 K y 61 emu/g a 10 K. Además de los estudios experimentales, realizamos cálculos de la estructura electrónica de Cu_2FeAl que nos permitieron inferir sobre el origen de la formación del momento magnético en el material, qué estados contribuyen y el rol de elementos primeros vecinos al Fe. Los cálculos fueron realizados en el marco de la teoría de la funcional densidad, considerando la aproximación de gradiente generalizado (GGA+PBE) y la inclusión de las correcciones de Hubbard (DFT+U).

026. Influencia de la flexión mecánica sobre las propiedades fotoconductoras y luminiscentes en películas epitaxiales de ZnO

Tolosa Martín Rodrigo¹, Villafuerte Manuel¹, Brizuela Horacio Guillermo¹, Ferreyra Jorge Mario¹, Bridoux Germán¹

¹ *Laboratorio de Física del Sólido (CONICET-UNT) Fac. de Cs. Exactas y Tecnología, U.N. de Tucumán*

Se presenta un estudio de la influencia de la flexión mecánica en la resistencia eléctrica, fotoconductividad (FC) y fotoluminiscencia (FL) de películas de ZnO epitaxiales. Hemos encontrado un decrecimiento sistemático de la resistencia eléctrica y de la energía de gap, extraída de los espectros de FC y FL, a medida que se incrementa la flexión del film. A partir de los espectros de FC también es posible extraer el campo eléctrico presente en el film, y se obtuvo un incremento sistemático de este campo al incrementar la flexión del film, de acuerdo con un incremento en la polarización inducida debido a la deformación aplicada. Este resultado también es compatible con la reducción de la energía efectiva del gap debida al efecto Franz-Keldysh. A partir de estos resultados se obtuvo una estimación del coeficiente flexoeléctrico del film de ZnO.

027. Capturadores de CO_2 impregnados por poliaminas: Influencia de la temperatura de calcinación de la matriz carbonosa. Estudios fisicoquímicos para minimizar el costo energético/económico de producción

Martínez Alejandra A.¹, Arneodo Larochette Pierre^{3 2 1}, Mauriño Mercedes³, Gennari Fabiana^{3 2 1}, Gasnier Aurélien^{2 1}

¹ *Centro Atómico Bariloche (CAB), Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA)*

² *Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)*

³ *Instituto Balseiro (IB)*

Las emisiones antrópicas actuales de CO_2 (40 Gt/año) superan la capacidad de mitigación de la biósfera (10 Gt/año), por lo que su concentración atmosférica aumenta, y contribuye al calentamiento global. Tratándose de cantidades considerables, se requiere minimizar el costo de las estrategias industriales de captura de CO_2 . El borboteo de CO_2 en soluciones acuosas constituye una tecnología madura, pero su aplicación se ve limitada principalmente por el alto costo energético de la etapa de regeneración del capturador, dado la importante capacidad calorífica del solvente. En este aspecto los adsorbentes sólidos presentan una ventaja significativa ya que su regeneración requiere menor energía. Las poliaminas son capturadores muy eficientes de carbono a temperatura ambiente, pero su alta viscosidad limita drásticamente la difusión del CO_2 (excluyendo las capas internas de la poliamina). Inmovilizándolas sobre soportes de alta área su espesor se asemeja

al límite difusional. Por ello, se impregnan matrices porosas de sílice o carbón con poliaminas. Las matrices carbonosas presentan ventajas ya que son más livianas, menos costosas y reactivas que las silíceas. No obstante, la obtención de matrices carbonosas de alta área superficial requiere de su pirólisis a alta temperatura (800 °C), factor determinante de su costo productivo, y limitante para su aplicación industrial. Para disminuirlo, decidimos evaluar el impacto de la temperatura de pirólisis de matrices porosas carbonosas sobre su desempeño una vez impregnadas por aminas.

En este trabajo, calcinamos aerogeles de resorcinol-formaldehído (RF) a distintas temperaturas (200, 450, 625, 800 °C). Comparamos la textura de las matrices obtenidas por sortometría y estudiamos su química por espectroscopía infrarroja. Luego, las impregnamos con polietilenimina (PEI) a 37% p/p. Determinamos por sortometría y microscopía electrónica cómo la temperatura de calcinación de la matriz afecta su relleno por la PEI y cómo impacta el desempeño del material capturador (por termogravimetría).

Evaluamos la capacidad de captura del material realizando ciclos desde temperatura ambiente hasta 140 °C bajo 1000 torr de CO_2 . Este estudio revela una histéresis en su comportamiento, asociada a factores cinéticos (barrera difusional) y termodinámicos (formación del carbamato) que limitan el sistema, dependiendo del modo de relleno de los poros por la PEI. Determinamos que no era necesario calcar nuestras resinas hasta 800 °C para obtener un material capturador de CO_2 eficaz, ofreciendo una disminución notable del costo productivo. Relacionando de manera sistemática las propiedades fisicoquímicas del material (tamaño de poro, área superficial, química superficial) con la variación de la temperatura de calcinación de la matriz pudimos observar cómo esta temperatura afectó la impregnación de la PEI (tamaño de poros y modo de relleno) y en efecto su desempeño (temperatura y capacidad de captura, reversibilidad).

028. Búsqueda del estado fundamental estructural de las perovskitas inorgánicas $CsBX_3$ ($B = Pb, Sn, Ge$; $X = I, Br, Cl$) para su aplicación en celdas solares

Saltos Sánchez Harry B.^{1, 2}, Gil Rebaza Arles V.³, Cappelletti Marcelo^{1, 4}

¹ Universidad Nacional de La Plata (UNLP), Grupo de Control Aplicado (GCA), Instituto LEICI (CONICET-UNLP)

² Comisión de Investigaciones Científicas (CIC), Becario de la Comisión de Investigaciones Científicas, Provincia de Buenos Aires

³ Instituto de Física de La Plata (IFLP), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

⁴ Universidad Nacional Arturo Jauretche (UNAJ), Programa TICAPPS

La transición a fuentes de energía renovable es clave para el desarrollo tecnológico y para satisfacer la creciente demanda energética mundial. Aunque la energía solar, principalmente aprovechada mediante celdas solares de silicio, ha avanzado mucho en los últimos años, enfrenta limitaciones en términos de eficiencia, costos de producción y sostenibilidad, lo que hace necesario buscar alternativas. Las celdas solares de perovskita son una prometedora alternativa debido a sus propiedades optoelectrónicas y su facilidad de producción.

Este estudio presenta un análisis teórico-computacional de compuestos de perovskita de haluro completamente inorgánicos, específicamente $CsBX_3$ ($B = Pb, Sn, Ge$; $X = Cl, Br, I$), con el objetivo de reducir la cantidad de plomo utilizada debido a su toxicidad y alto impacto ambiental. La caracterización de estos compuestos se realizó utilizando métodos ab-initio mediante la Teoría del Funcional de la Densidad (DFT).

Se investigaron parámetros clave como los parámetros de red, las bandas prohibidas y las energías de formación, los cuales son determinantes para la eficiencia y estabilidad del material como dispositivo fotovoltaico. Estos resultados se compararon con datos experimentales disponibles en la literatura y con datos obtenidos mediante técnicas de aprendizaje automático (ML), específicamente utilizando el método de random forest.

Los resultados mostraron una excelente correlación entre la caracterización mediante DFT de los compuestos $CsBX_3$ y los datos experimentales, así como con los obtenidos mediante ML. Esto sugiere que el uso de random forest es una alternativa eficiente para ahorrar tiempo de cálculo sin sacrificar precisión. Además, se realizaron simulaciones en SCAPS a nivel dispositivo para validar la eficiencia de estos compuestos en celdas solares de perovskita.

029. Acoplamiento magnetoeléctrico en heteroestructuras de $\alpha-In_2Se_3$ con metales de transición

Ospina Galeano Jhon Fredy^{1, 2, 3}, Barral Maria Andrea^{1, 2, 3}, Llois Ana María^{1, 2, 3}, Di Napoli Solange^{1, 2, 3}

¹ Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA)

² Instituto de Nanociencia y Nanotecnología (INN)

³ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

La búsqueda de materiales ferroeléctricos (FE) robustos de baja dimensión para su integración en heteroestructuras multiferroicas con acoplamiento magnetoeléctrico sigue siendo un área de gran interés en la comunidad científica. Los materiales bidimensionales en capas, como los ferroeléctricos de van der Waals, ofrecen una alternativa prometedora debido a su combinación única de interacciones fuertes intracapa y débiles intercapa. El In_2Se_3 es un semiconductor de la familia III-VI que ha ganado considerable atención en los últimos años debido a sus fascinantes propiedades. En su fase α , el In_2Se_3 presenta una estructura en capas con cinco planos atómicos (Se-In-Se-In-Se) por capa, unidas entre sí

por fuerzas de van der Waals. Lo que hace particularmente interesante a este material es su ferroelectricidad intrínseca, que surge de la asimetría estructural dentro de cada capa. Esta polarización fuera del plano puede invertirse mediante la aplicación de un campo eléctrico externo, lo que resulta en dos estados de polarización estables y conmutables. En este estudio, utilizando cálculos de primeros principios basados en la Teoría del Funcional de la Densidad (DFT) implementados en VASP, hemos investigado el acoplamiento magnetoeléctrico en heteroestructuras compuestas por $\alpha\text{-In}_2\text{Se}_3$ y metales de transición. Nuestro enfoque se centró en determinar los puntos de adsorción energéticamente más favorables para monómeros y dímeros de metales de transición sobre la superficie del In_2Se_3 y explorar el efecto de la inversión de polarización de la capa de FE sobre las propiedades magnéticas.

030. Estudio de las propiedades magnéticas de aceros irradiados de uso nuclear

Passanante S^{3 1 2}, Gojman D^{4 2}, Neyra Astudillo M^{3 5}, Anello C D⁶, Kempf R⁷, Milano J^{8 2}, Sacanell J^{1 2}

¹ Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Centro Atómico Constituyentes (CAC), Departamento de Física de la Materia Condensada

² Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Instituto de Nanociencia y Nanotecnología (INN)

³ Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Dpto. Coordinación Proyecto ICES

⁴ Universidad Nacional de Río Negro (UNRN), Sede Andina

⁵ Universidad Tecnológica Nacional (UTN), Facultad Regional Delta, Campana

⁶ Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Centro Atómico Constituyentes (CAC), Gerencia de Materiales

⁷ Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Centro Atómico Constituyentes (CAC), GCCN, División Caracterización

⁸ Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Universidad Nacional de Cuyo (UNCuyo), Instituto Balseiro

Uno de los componentes fundamentales para el funcionamiento de un reactor nuclear, y que ejerce un impacto determinante en su vida útil, es el Recipiente de Presión (RPV). A lo largo de la operación del reactor, el RPV se somete a una irradiación continua, lo que desencadena un proceso de fragilización que puede poner en riesgo la integridad del material. Este fenómeno se origina debido a la formación de nanoprecipitados, principalmente de cobre, que obstaculizan el movimiento de dislocaciones en el acero, del cual está hecho el RPV.

Como resulta complejo conocer el estado de fragilización del RPV durante su funcionamiento, una estrategia posible es aprovechar que al ser un acero a una temperatura menor que su Temperatura de Curie, este se encuentra en un estado ferromagnético y la aparición de nanoprecipitados (en número y tamaño) altera las propiedades magnéticas del RPV. Por lo que, dicho de otra forma, existe una conexión entre la fragilización y las características magnéticas del material.

En este trabajo estudiamos como la irradiación modifica las propiedades magnéticas de los aceros empleados en los RPV. Con este propósito, se midieron curvas de magnetización en función del campo magnético aplicado, y se estudiaron los parámetros característicos del ciclo de histéresis, como el campo coercitivo y la magnetización de saturación, evaluando cómo varían en función de los niveles de irradiación. Además, complementamos el estudio mediante mediciones de susceptibilidad magnética AC en función de la frecuencia, un método sensible a la presencia de nanoprecipitados en el acero.

Por último, se realizaron simulaciones de micromagnetismo para profundizar en la comprensión del comportamiento de las paredes de dominio magnético, y se exploró cómo zonas no magnéticas, análogas a los nanoprecipitados, pueden influir en el movimiento de las mismas, modificando el ciclo de histéresis magnética.

031. Intercambio de carga en colisiones de Li^+ con una superficie de MoS_2

Buitrago Paula¹, Romero Marcelo^{1 2}, Gómez Carrillo Carolina², Vidal Ricardo^{1 2}, García Evelina¹, Bonetto Fernando^{1 2}

¹ Instituto de Física del Litoral (IFIS), Instituto de Física Litoral

² Universidad Nacional del Litoral (UNL), Departamento de Física, Facultad de Ingeniería Química

Se analiza de forma experimental y teórica la probabilidad de neutralización de iones Li^+ dispersados por una superficie semiconductor de disulfuro de molibdeno (MoS_2) en una configuración geométrica de retrodispersión (backscattering). Utilizando la técnica de dispersión de iones de baja energía (LEIS), para una geometría de colisión en la que los iones incidían a 45° y salían a 90° —ambos medidos respecto de la superficie de la muestra—, se midió el estado final de carga de los proyectiles de Li en un amplio rango de energías entre 2 y 8 keV, retrodispersados por átomos de Mo de una superficie de MoS_2 .

Teóricamente, se empleó un formalismo mecano cuántico de primeros principios para describir la transferencia de carga resonante entre el ion y la superficie durante la colisión binaria con el Li^+ , incluyendo todas las posibles configuraciones de carga presentes en el orbital Li-2s. Las fracciones de carga se obtuvieron a partir de las funciones de Green-Keldysh, calculadas mediante el método de ecuaciones de movimiento y cerradas a segundo orden en el acoplamiento proyectil-superficie. Los cálculos de convergencia mostraron que el proyectil interactúa efectivamente con 13 átomos de la superficie, y que estos son suficientes para describir adecuadamente los niveles de ionización, afinidad y sus correspondientes anchos de interacción.

Resultados experimentales preliminares indican una tasa de neutralización en los proyectiles retrodispersados entre el 20 % y el 40 %, mostrando una ligera dependencia con la energía del proyectil incidente. Los resultados del cálculo teórico explican razonablemente bien tanto el orden de magnitud como la dependencia con la energía obtenida de las fracciones de carga medidas, lo que permite concluir que el mecanismo de transferencia de carga resonante resulta fundamental para explicar el intercambio de carga dinámico en el sistema estudiado.

032. Rol de las vacantes de oxígeno en las propiedades ópticas y dieléctricas de la ZrO_2 monoclinica pura y dopada con Ce

Verdinelli V.^{1 2}, Salgado R.^{1 2}, Terny S.^{1 2}, Cardillo E.^{1 2}, Cabeza G. F.^{3 4}, Frechero M.^{1 2}

¹ Instituto de Química del Sur (INQUISur)

² Universidad Nacional del Sur (UNS), Depto. de Química

³ Instituto de Física del Sur (IFISur)

⁴ Universidad Nacional del Sur (UNS), Depto. de Física

El avance en el diseño de dispositivos electrónicos, junto con la creciente demanda de eficiencia energética, ha puesto de manifiesto la importancia de desarrollar diferentes formas de acumulación de energía, con gran capacidad y seguras en sus diversas aplicaciones tanto portátiles como estacionarias. En este contexto las baterías de estado sólido se han convertido en una alternativa viable. Sin embargo, es esencial contar con materiales que puedan ser usados como electrolitos sólidos que combinen las características de seguridad y estabilidad química con una elevada conductividad del ion portador de carga. Los conductores iónicos con estructura del tipo Garnet son prometedores para tales usos, sin embargo es necesario esclarecer sus mecanismos de conducción iónica para poder diseñar un desempeño adecuado para su empleo [1].

En este trabajo, hemos comenzado simulando el ZrO_2 , con un contenido de vacantes de oxígeno similar al que se puede encontrar experimentalmente, y lo hemos dopado con cationes Ce^{4+} . El estudio del óxido de circonio cristalino -en su fase monoclinica- se realizó mediante cálculos de primeros principios utilizando el código comercial VASP (Vienna ab-initio simulation package). Se analizó el efecto de la incorporación de vacantes de oxígeno en las propiedades ópticas y dieléctricas y la interacción de las vacantes con los cationes dopantes (Ce^{4+}), ubicadas en diferentes posiciones relativas en la estructura con relación a la posición del Ce^{4+} .

Los resultados obtenidos se compararon con datos experimentales de la función dieléctrica, el coeficiente de absorción y el índice de refracción. De esta manera, mediante una metodología teórica, se logró modelar de manera realista este material con el objetivo de reproducir y comprender el comportamiento experimental cuando es incorporado un ion como el litio que permite el transporte de carga eléctrica y su utilización como electrolito sólido.

Referencias

[1] C Wang, K Fu, SP Kammampata, DW McOwen, AJ Samson, L Zhang, GT Hitz, AM Nolan, ED Wachsman, Y Mo, V Thangadurai, L Hu. Garnet-Type Solid-State Electrolytes: Materials, Interfaces, and Batteries. Chem. Rev. (2020) 120(10), 4257-4300

033. Propiedades topológicas del estaneno fluorado

Hernandez-nieves Alexander D.¹, Rivera-julio Jagger²

¹ Centro Atómico Bariloche e Instituto Balseiro, CNEA, 8400 Bariloche, Argentina

² Universidad Metropolitana de Barranquilla, Barranquilla, Colombia.

En este trabajo, investigamos las propiedades topológicas de una lámina bidimensional de estaneno fluorado y analizamos la dependencia de la banda de energía prohibida con el tamaño de las nanocintas de borde armchair. Encontramos que para el estaneno fluorado, la banda prohibida disminuye monótonamente con el aumento del ancho de la nanocinta y tiende a cero cuando incluimos el acoplamiento espín-órbita (SOC), a pesar de que el material en volumen presenta una banda prohibida. Además, estudiamos la distribución de carga en el espacio real y observamos una localización de carga en los bordes de las nanocintas de estaneno fluorado solo cuando el SOC está presente; sin él, las propiedades topológicas desaparecen. Nuestros resultados sugieren fuertemente que el estaneno fluorado es un Aislante Topológico. Además, encontramos que la dependencia de la banda de energía prohibida con el tamaño de la nanocinta difiere considerablemente del comportamiento de sistemas bidimensionales similares tales como las nanocintas armchair de estaneno y grafeno.

034. Adsorción y Difusión de Átomos de Plata sobre la Superficie (001) de Oro

Grad Gabriela¹, Gimenez María Cecilia¹, Bonzi Edgardo¹

¹ Facultad de Matemática, Astronomía, Física y Computación

Estudiamos la adsorción y difusión de átomos de plata sobre la superficie (001) de oro, empleando cálculos basados en la Teoría del Funcional de la Densidad (DFT) y la aproximación de gradiente generalizada (GGA) en su versión Perdew-Burke-Ernzerhof (PBE). Este enfoque ha demostrado su capacidad para predecir con precisión las propiedades energéticas totales.

Inicialmente, se analizaron las propiedades estructurales de las orientaciones (001), (110) y (111) del oro. Posteriormente, se examinó el comportamiento de adsorción de átomos de plata en la superficie (001) del oro, evaluando las energías de adsorción en diversos sitios como huecos, superiores y puentes. Este análisis permitió identificar los sitios de adsorción más favorables.

Además, se calcularon las velocidades de difusión para comprender el movimiento de los átomos de plata sobre la superficie. Se investigó la difusión del átomo de plata desde su sitio de adsorción más estable a los sitios vecinos, determinando barreras y velocidades de difusión mediante el método de banda elástica Nudged (NEB).

El estudio se realizó en dos etapas: primero, se relajaron las energías y posiciones de los átomos de oro, y luego se depositó plata en los sitios de interés para analizar el comportamiento en la reconstrucción completa de la superficie. La estructura electrónica de la superficie es crucial en este contexto, ya que influye en las barreras energéticas y vías de reacción de los adsorbatos.

035. Efecto de Vacancias de Oxígeno y Orientación Superficial en las Propiedades Electrónicas y Magnéticas de CeO₂: Un Estudio Computacional

Luna Romina¹, Juan Julian², Bechthold Pablo¹, Reimers Walter Guillermo¹

¹ Instituto de Física del Sur - IFISUR, UNS-CONICET y Departamento de Física, Universidad Nacional del Sur, Av. Alem 1253, B8000C

² Instituto de Física Aplicada (INFAP), Universidad Nacional de San Luis, CONICET, Ejercito de los Andes 950, D5700 HHW, San Luis

Los óxidos, en particular el dióxido de cerio (CeO₂), son materiales de gran interés en diversas aplicaciones tecnológicas debido a sus propiedades, como la alta estabilidad química y la capacidad de alterar sus propiedades electrónicas mediante la introducción de defectos [1]. El CeO₂ es crucial en catalizadores y en la tecnología de celdas de combustible, por lo que entender su comportamiento a nivel superficial, especialmente en presencia de defectos, es esencial para optimizar su rendimiento. Para comprender de una mejor manera las propiedades físicas de los óxidos a un nivel fundamental, es necesario el estudio de parámetros relacionados con la energía, como por ejemplo: la función de trabajo (WF), la afinidad electrónica (Ea) y el ancho de la banda prohibida (Eg). En este trabajo, se utilizaron cálculos basados en la teoría de funcionales de densidad (DFT) implementada en el paquete de simulación Vienna Ab-initio (VASP) [2] para investigar las propiedades electrónicas y magnéticas de las superficies (111) y (331) de CeO₂, con un enfoque particular en las vacantes de oxígeno (VO) con diferentes estados de carga.

Las geometrías optimizadas muestran que la longitud del enlace Ce-O en la superficie (111) es de 2.35 Å, lo cual está en buen acuerdo con los datos experimentales reportados. La presencia de vacancias de oxígeno en la superficie (111) induce un desplazamiento de aproximadamente el 5% en los átomos de Ce vecinos a la vacante. Además, los enlaces Ce-O presentan un incremento en su longitud, siendo más pronunciado en el caso de la vacancia neutra (VO₀), que muestra un aumento del 7% en comparación con la superficie sin defectos. En contraste, la superficie (331) presenta longitudes de enlace asimétricas que varían entre 2.22 Å y 2.38 Å.

Los resultados de la banda prohibida (Eg) y densidad de estados revelan que las superficies (111) y (331) son semiconductoras de tipo p; donde la superficie (331) posee un valor de Eg 7% menor respecto a la superficie (111). La presencia de VO en (111) producen una reducción en Eg. Por otro lado, las vacancias de oxígeno, independientemente de su estado de carga, inducen un momento magnético. En el caso de VO₀, se observa un momento magnético de 2.1 μ_B , atribuido en gran parte a los electrones f de los átomos de Ce vecinos. La vacancia positiva (VO₂₊) exhibe un momento magnético mucho menor, de 0.1 μ_B . El análisis de la función de trabajo (WF) muestra que la superficie (111) presenta un valor de 7.64 eV, mientras que la superficie (331) tiene un valor de 5.54 eV, indicando una dependencia de la orientación superficial. La presencia de una vacante de oxígeno neutra en la superficie (111) reduce el WF en aproximadamente un 20%, mientras que una vacante positiva aumenta el WF en un 79%. Estos cambios en la WF están relacionados con la redistribución de carga y la interacción electrostática entre las capas atómicas.

Los potenciales de ionización (IP) y de afinidad electrónica (EA) muestran que la IP en la superficie (111) es de 6.67 eV, en línea con estudios previos, mientras que la IP en la superficie (331) es 2.1 eV menor. La electronegatividad calculada para la superficie (331) es aproximadamente 2.1 eV menor en comparación con la superficie (111), con la mayor electronegatividad observada para la superficie (111) con una vacancia positiva (VO₂₊). Finalmente, el análisis de densidad de estados muestra que la presencia de vacancias de oxígeno altera significativamente el comportamiento semiconductor de la superficie. La presencia de VO₀ muestra un comportamiento semi-metálico en la contribución de espín up, mientras que VO₂₊ muestra un comportamiento semiconductor con una disminución en la intensidad del pico en la banda de conducción.

En conclusión, los defectos en la superficie de CeO₂ tienen un impacto significativo en sus propiedades electrónicas y magnéticas, y entender estos efectos es crucial para aplicaciones catalíticas y en dispositivos electrónicos.

Referencias

[1] A. Vita. Catalysts 2020, 10, 576.

[2] <https://www.vasp.at/>

036. Estudio de películas delgadas de los sistemas TeGe y TeSe para su aplicación en sensores quimiorresistivos y de UV

Ureña María Andrea¹, Rodríguez Daniel Fabián², Perillo Patricia², Sgromo Caterina¹, Noguera Carlos Brisa¹, Rocca Javier¹, García Cintia¹, Fontana Marcelo Raúl¹

¹ Universidad de Buenos Aires (UBA), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Instituto de Tecnologías y Ciencias de la Ingeniería "Hilario Fernández Long" (INTECIN)

² Instituto de Nanociencia y Nanotecnología (INN), Centro Atómico Constituyentes (CAC), Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA)

De los diversos materiales semiconductores amorfos, los vidrios calcogenuros (VC) han despertado interés durante mucho tiempo debido a sus propiedades eléctricas y ópticas. Los VC son sólidos amorfos que tienen uno o más calcógenos como componentes mayoritarios (azufre, selenio y telurio). Son semiconductores, transparentes en el infrarrojo, presentan efectos fotoinducidos y tienen la capacidad para cambiar de fase en respuesta a estímulos de corriente o luz variando abruptamente sus propiedades eléctricas y ópticas.

Películas delgadas base telurio han mostrado ser materiales prometedores para su aplicación como sensores quimiorresistivos de gases como NO_x, CO, SO₂ y NH₃ con la ventaja de operar a temperatura ambiente. Recientemente se ha introducido un nuevo método de activación con luz UV que podría mejorar la respuesta de estos materiales. En este trabajo, se investigó la fotorrespuesta de películas delgadas obtenidas por ablación láser (PLD) de composiciones Te_{100-x}Ge_x (con x= 5, 10, 20 y 30), (Te_{0,5}Se_{0,5})₉₅Ge₅ y (Te_{0,5}Se_{0,5})₉₅Ga₅. Así mismo, se estudió la respuesta de estos materiales frente a gases como NO₂ y H₂S en la oscuridad y activados bajo iluminación UV.

037. Cálculo de fuerzas inducidas por corrientes electrónicas en Li inserto en grafeno bicapa

Aguirre Hernán^{1, 2}, Calvo Hernán L.³, Perassi Eduardo M.^{1, 2}

¹ Instituto de Investigaciones en Físico-Química de Córdoba (INFIQC), Universidad Nacional de Córdoba (UNC), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

² Facultad de Ciencias Químicas (FCQ), Universidad Nacional de Córdoba (UNC), Departamento de Química Teórica y Computacional (DQTC)

³ Instituto de Física Enrique Gaviola (IFEG), Universidad Nacional de Córdoba (UNC), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

La reducción de los materiales a escalas nanométricas puede tener un impacto drástico en sus propiedades. Se ha observado que cuando diversos solventes atraviesan nanotubos de carbono con un diámetro aproximado de 7 nm, los flujos son de cuatro a cinco órdenes de magnitud más rápidos de lo que predice la teoría del flujo en un fluido convencional a través de poros de 7 nm de diámetro. Además, se ha descubierto que, en contraposición a las predicciones basadas en la hidrodinámica, el caudal no disminuye al aumentar la viscosidad del solvente. Asimismo, se ha observado que los gases pueden difundirse a velocidades mucho mayores dentro de nanotubos de carbono con un diámetro aproximado de 2 nm, velocidades que no pueden ser explicadas por los modelos convencionales de difusión. Estudios recientes han demostrado que estos fenómenos observados a escala nanométrica podrían explicarse mediante la mecánica cuántica, utilizando conceptos como la fricción cuántica. Del mismo modo que un nanotubo de carbono, el grafeno bicapa puede considerarse un material en el cual una de las dimensiones se ha reducido a escala nanométrica. Al igual que el flujo ultrarrápido de solventes en nanotubos de carbono, se ha observado recientemente una difusión ultrarrápida de iones de litio en grafeno bicapa[1], la cual podría abordarse desde el concepto de la fricción cuántica. En este trabajo, hemos calculado las fuerzas inducidas por los electrones de conducción que dan lugar a la fricción cuántica. Para ello, hemos considerado al litio como una impureza dentro del grafeno bicapa. El cálculo de las fuerzas se realiza utilizando el formalismo de Keldysh[2].

[1] Kühne, M., Paolucci, F., Popovic, J., Ostrovsky, P. M., Maier, J., Smet, J. H. Nature nanotechnology, vol. 12, no 9 (2017), p. 895-900.

[2] Bode, N., Kusminskiy, S. V., Egger, R., von Oppen, Beilstein Journal of Nanotechnology, vol. 3, no 1 (2012), p. 144-162.

038. Skyrmiones bajo deformación mecánica

Dos Santos Gonzalo^{1, 2}, Gómez Albarracín Flavia A.^{3, 4}, Rosales Diego H.^{3, 4}, Bringa Eduardo M.^{1, 2, 5}, Parlanti Tatiana S.^{1, 5}, Catania Carlos A.^{1, 5}, Flores Emiliano⁵

¹ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

² Facultad de Ingeniería, Universidad de Mendoza, Boulogne Sur Mer 683, Mendoza 5500, Argentina

³ Instituto de Física de Líquidos y Sistemas Biológicos (IFLYSIB)

⁴ Departamento de Ciencias Básicas, Facultad de Ingeniería, UNLP, 1900 La Plata, Argentina

⁵ *Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza, Argentina*

Los skyrmiones son estructuras magnéticas topológicamente estables que presentan un gran potencial para aplicaciones en dispositivos espintrónicos debido a sus propiedades únicas y su capacidad para almacenar y procesar información. Sin embargo, su manipulación mediante estímulos externos aún no ha podido ser resuelta del todo y es, por lo tanto, un área de investigación activa. Con el objetivo de comprender cómo una deformación del material impacta en las propiedades de los skyrmiones, en este trabajo presentamos resultados de simulaciones atomísticas de "Spin-Lattice Dynamics" para un sistema de skyrmiones con la red bajo deformaciones uniaxiales, a temperatura finita, con una dinámica tipo LLG estocástica. Simulamos la dinámica de los spines combinando interacciones de intercambio magnético tipo Heisenberg, con interacciones de Dzyaloshinskii-Moriya (en el plano y fuera del plano), y un término Zeeman para el campo magnético externo. Los spines se simulan dispuestos en redes bidimensionales de Kagome las cuales son sometidas a diferentes grados de deformación. Observamos que tanto el número como el tamaño de los skyrmiones puede ser controlado mediante deformación. Además, es posible explorar las diferentes fases (gas, líquido, y cristal de skyrmiones) al comprimir o tensionar la red en diferentes grados. Esta fenomenología se explica debido al cambio de intensidad relativa entre el acoplamiento ferromagnético y las interacciones Dzyaloshinskii-Moriya al deformar la red. Se presentan también resultados preliminares de técnicas de aprendizaje automático empleadas para la identificación y el seguimiento de los skyrmiones.

039. Fabricación de tintas de óxidos semiconductores y formación de heteroestructuras de $\text{CuO}/\text{WO}_3/\text{ZnO}$ soportadas en vidrio para remediación de aguas por fotocatalisis

Lauxmann Claudio^{1 3 2}, Pais Ospina Daniel^{1 3 2}, Donaire Florencia Yazmín^{1 3 2}, Comedi David^{1 3 2}, Marin-ramirez Oscar^{1 3 2}

¹ *Instituto de Física del Noroeste Argentino (INFNOA), CONICET – Universidad Nacional de Tucumán*

² *Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Departamento de Física*

³ *NANOPROJECT – Laboratorio de Física del Sólido y Laboratorio de Nanomateriales*

La fabricación de dispositivos basados en semiconductores mediante la impresión directa de tintas es un campo en constante evolución. Esta tecnología promete la producción masiva y económica de dispositivos portátiles, entre otros con significancia en la sostenibilidad ambiental y la transición energética. Sin embargo, persisten desafíos en la selección de sustratos adecuados, las técnicas de impresión y, sobre todo, en la formulación de las tintas. Dentro del campo de la fotocatalisis para remediación ambiental, una limitante que tiene esta tecnología para lograr desarrollos escalables es la recuperación de los fotocatalizadores. Se están estudiando diversas estrategias para recuperar el material fotocatalítico, incluyendo fotocatalizadores magnéticos o soportados en sustratos y/o filtros. En este sentido, las tecnologías de impresión de tintas aparecen como una alternativa promisoría, dado que permiten la inmovilización del fotocatalizador directamente sobre un sustrato y su posterior recuperación. Sin embargo, esto tiene como principal desventaja la disminución de la capacidad fotocatalítica de un sistema en particular, principalmente por la disminución del área efectiva de contacto líquido/partícula [1]. Una alternativa viable para compensar la disminución en eficiencia es el diseño de heteroestructuras fotocatalizadoras inmovilizadas. Este tipo de dispositivos aumenta potencialmente la eficiencia fotocatalítica debido al aumento de la absorción de luz y a la aparición de campos eléctricos en las interfaces que impiden la recombinación de los portadores fotogenerados. En este trabajo mostramos la degradación de azul de metileno como contaminante patrón usando la heteroestructura $\text{CuO}/\text{WO}_3/\text{ZnO}$ soportada sobre vidrio. La heteroestructura se depositó a partir de tintas de los respectivos semiconductores. La fabricación del WO_3 se realizó por síntesis hidrotermal, el CuO fue obtenido a través del método de coprecipitación y se usó ZnO comercial (Winkler, CAS 1314-13-2). Los polvos fueron estudiados mediante difracción de rayos X (DRX) y microscopía de barrido electrónico (SEM). Se realizaron experimentos de degradación de azul de metileno usando los polvos inmovilizados de los semiconductores individuales y se comparó con la actividad mostrada por la heteroestructura. Los resultados mostraron que las películas individuales de CuO , WO_3 y ZnO degradaron el 1, 11 y 44 % de azul de metileno, respectivamente, mientras que la heteroestructura $\text{CuO}/\text{WO}_3/\text{ZnO}$ degradó el 63 % del contaminante.

Referencias:

[1] Franco, M., Marin, O., Vega, N.C., Tirado, M., Tereschuk, M.L., Comedi, D., Surface nanostructuring of ZnO and ZnO: Cd sub-microstructures and their use as suspended and immobilized photocatalysts for rapid degradation of methylene blue. *Mater. Lett.* 311 (2022).

040. Indentación de nanopartículas de diferentes diámetros de una aleación de alta entropía

Cartellone Federico A.^{1 2}, Deluigi Orlando R.^{1 2}, Bringa Eduardo M.^{1 2}

¹ *Facultad de Ingeniería, Universidad de Mendoza*

² *Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)*

Las aleaciones de alta entropía (high entropy alloys, HEA) son materiales novedosos con propiedades notables y un gran potencial tecnológico gracias a su resistencia a la corrosión e irradiación, y propiedades mecánicas excepcionales [1].

Este trabajo investiga el comportamiento mecánico de nanopartículas (NP) de una HEA refractaria con estructura cúbica centrada en el cuerpo (bcc), HfNbTaTiZr, que es de interés tecnológico [2]. Se realizaron simulaciones de nanoindentación con dinámica molecular (Molecular Dynamics, MD). Se consideraron NP con distribución atómica aleatoria y diámetros de 10 a 40 nm. Con fines comparativos, también se exploró una NP de 20 nm con orden químico de corto alcance (chemical short-range order, CSRO). La respuesta mecánica muestra que el módulo de Young crece con el diámetro de la NP. Sin embargo, la tensión máxima y la tensión de fluencia mostraron variaciones despreciables con el diámetro.

La NP con CSRO presentó propiedades mecánicas atribuidas a la presencia de clústeres que modifican el comportamiento de nucleación y propagación de defectos. La tensión de fluencia de la NP con CSRO, que puede asociarse a la dureza, es significativamente mayor que para NP sin CSRO. El análisis estructural arrojó la formación persistente de maclas en todas las NP, con un aumento notable de estructura hcp observado en la NP con CSRO. La generación de esta fase hcp, enriquecida en Hf, Ti y Zr, es consistente con experimentos [3]. La emisión y absorción de dislocaciones es dominada por la superficie, pero la NP con CSRO muestra una mayor densidad de dislocaciones debido a la nucleación adicional desde las superficies de maclas. Estos hallazgos profundizan nuestra comprensión del comportamiento mecánico de las NP de HEA, contribuyendo al diseño y desarrollo de materiales avanzados.

[1] D. B. Miracle y O. N. Senkov, A critical review of high entropy alloys and related concepts, *Acta Materialia* 122, 448-511 (2017).

[2] E. P. George et al., High-entropy alloys, *Nature reviews materials* 4, 515-534 (2019).

[3] Schuh, B. et al., (2018). Thermodynamic instability of a nanocrystalline, single-phase TiZrNbHfTa alloy and its impact on the mechanical properties. *Acta Materialia*, 142, 201-212.

041. Estudio sobre la contribución del BaTiO₃ al superparamagnetismo observado en el compuesto BaFe₁₂O₁₉-BaTiO₃.

Vergara Lucas Ariel¹, Dorado Otero Diego Isaac¹, Zandalazini Carlos Ivan², Oliva Marcos Ivan²

¹ Universidad Nacional de Córdoba (UNC), Facultad de Matemática Astronomía, Física y Computación (FAMAF), Ciencia de Materiales, Córdoba, Argentina

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Instituto de Física Enrique Gaviola (IFEG), Córdoba, Argentina

Los materiales que presentan un acople entre sus propiedades magnéticas y eléctricas (denominados materiales magnetoeléctricos) permiten, entre otras [1], la posibilidad de transformar campos magnéticos residuales en energía eléctrica, ofreciendo así una alternativa más para mejorar la eficiencia energética en una amplia gama de dispositivos tecnológicos. Entre éstos materiales se encuentra el compuesto magnetostrictivo-piezoeléctrico BaFe₁₂O₁₉-BaTiO₃ (BaM-BTO), de gran interés en la actualidad, pero donde la eventual presencia de fase superparamagnética (SPM) ha permanecido inexplorada hasta el momento.

En este trabajo se presentarán resultados experimentales sobre el rol de la concentración de BTO en el comportamiento magnético de compuestos BaM-BTO. Se consideraron tres concentraciones de BTO (25 %, 50 %, y 75 % en peso del compuesto BaM-BTO), incluyendo además en el análisis los materiales puros de BTO y BaM como referencia. La caracterización estructural se realizó mediante difracción de RX y para el comportamiento magnético se empleó un magnetómetro de muestra vibrante. A partir del análisis de la dependencia de la magnetización con el campo magnético se pudo determinar la coexistencia de fases paramagnética (PM), superparamagnética (SPM), y ferrimagnética (FerriM), su relación con la concentración de BTO, y la distribución de tamaños de partículas que dan origen al comportamiento SPM en cada compuesto. Estos resultados permiten inferir que la presencia de una fase SPM no es despreciable en este tipo de sistemas, y que eventualmente, controlando su contribución podría mejorarse notablemente las propiedades de interés en los compuestos magnetoeléctricos [2]. [1] Gupta, R., Kotnala, R.K. *J Mater Sci*, 57, 12710-12737 (2022). [2] Zandalazini, C. I., Oliva M. I., Ferrero, J. C. *Ceram. Inter.*, 47, 19384-19393 (2021). [3] Glinchuk, M.D., Kuzian, R.O., Zagorodniy, Y.O. et al. *J Mater Sci*, 55, 1399-1413 (2020).

042. Determinación de difusión lenta en una aleación de alta entropía bcc HfNbTaTiZr

Delahaye Emilio A.¹, Dos Santos Gonzalo J.^{2 3}, Deluigi Orlando R.^{2 3}, Bringa Eduardo M.^{1 2 3}, Tramontina Diego R.^{2 3}

¹ Universidad Nacional de Cuyo (UNCuyo)

² Facultad de Ingeniería, Universidad de Mendoza

³ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

El estudio de aleaciones de alta entropía refractarias (Refractory High Entropy Alloys, RHEA) ha surgido como un campo fundamental en la investigación de materiales de alta complejidad, particularmente en el contexto de aplicaciones estructurales a altas temperaturas. Las RHEA se destacan por sus potenciales aplicaciones en entornos exigentes, como sistemas de propulsión aeroespacial y reactores nucleares, debido a su excepcional resistencia mecánica a temperaturas

elevadas. La estabilidad estructural, térmica y las excepcionales propiedades mecánicas de estas aleaciones se han atribuido al fenómeno de 'difusión lenta' o "sluggish diffusion", que describe la desaceleración observada de la autodifusión a medida que aumenta el número de elementos químicos. En este trabajo se estudió mediante simulaciones de dinámica molecular (molecular dynamics, MD) la difusión de vacancias en una RHEA con estructura cúbica centrada en el cuerpo (bcc) de HfNbTaTiZr, con la finalidad de analizar la posible presencia del fenómeno de difusión lenta. Las simulaciones se realizaron utilizando un potencial de tipo átomo embebido (Embedded Atom Method, EAM) para una muestra con 35000 átomos, y una vacancia, simulando el proceso difusivo para varias temperaturas entre 1100 K y 1600 K. El procedimiento se repitió para vacancias de los 5 elementos. Los resultados obtenidos indican que las simulaciones con vacancia de Hf, Zr y Ti muestran un coeficiente de difusividad más alto que para vacancias de Nb y Ta. Los resultados obtenidos a partir del desplazamiento cuadrático promedio se contrastaron con experimentos [1], los cuales discrepan en torno a un orden de magnitud. Se hipotetiza que las diferencias se deben a dos factores: (I) se deben incluir las energías de formación de vacancias (en proceso de simulación) para la comparación con el experimento, y (II) hay que considerar que la muestra simulada se trata de un cristal perfecto en contraste con un material experimental que contiene imperfecciones como bordes de grano y otros defectos.

[1] Zhang, J., Gadelmeier, C., Sen, S., et al. Zr diffusion in BCC refractory high entropy alloys: A case of 'non-sluggish' diffusion behavior. *Acta Materialia* 233, 117970 (2022).

043. Propiedades físicas de nanofluidos formados por ZnO

Piccinini Paula¹, Janyistabro Carla^{1 2}, Mariano Alejandra^{1 2}

¹ Universidad Nacional del Comahue. Facultad de Ingeniería. Neuquén

² Instituto de Investigación en Tecnologías y Ciencias de la Ingeniería. IITCI, CONICET-UNCO. Neuquén

Los nanofluidos son fluidos diseñados mediante la dispersión de nanopartículas en un fluido base; son suspensiones coloidales que contienen nanomateriales condensados. Son sistemas de dos fases, con una fase sólida y otra líquida. La principal fuerza impulsora para la investigación de nanofluidos radica en una amplia gama de aplicaciones, ya que se ha demostrado que la adición de partículas nanométricas a un fluido produce cambios significativos en algunas de sus propiedades [1-2].

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 ZnO, utilizando como fluido base etilenglicol y mezclas de etilenglicol-agua a temperaturas entre 20 y 50 °C.

La morfología y distribución de tamaños se estudió por microscopía de transmisión electrónica (TEM). Las nanopartículas utilizadas poseen, en general, forma alargada, con algunas formas cúbicas y hexagonales. Los nanofluidos fueron preparados por homogeneización ultrasónica y se evaluó su estabilidad por espectrofotometría Ultravioleta-Visible (UV-Vis). Primero se llevó a cabo la determinación del pico de absorbancia máxima y posteriormente se midió la absorbancia de la muestra a lo largo del tiempo en la longitud de onda de absorción máxima. La determinación experimental de la densidad se realizó utilizando un densímetro de tubo vibrante Anton Paar, que consiste de un analizador DSA 5000 y una celda externa conectada, DMA HP con termostatación interna, en la cual se inyecta la muestra.

Las densidades de los nanofluidos fueron ajustadas satisfactoriamente a la ecuación polinomial de Redlich y Kister [3], mostrando un comportamiento creciente con la concentración de nanopartículas. Por otra parte, el análisis a una concentración de nanopartículas fija, mostró que la densidad disminuye al aumentar la temperatura, lo cual está en concordancia con la tendencia normal mostrada por el fluido base.

[1] SK Das et al, *Nanofluids science and technology*, Wiley Interscience (2008)

[2] HB Bacha et al, *International Journal of Thermofluids* 22 (2024) 100595

[3] O Redlich and AT Kister, *Industrial and Engineering Chemistry* 40 (1948) 345

044. Modelo lineal de diferencia de entropía magnética en composites de manganita para el estudio del efecto magnetocalórico

Peluso Dante¹, Quintero Mariano^{1 2}, Passanante Sebastián^{1 2}

¹ Centro Atómico Constituyentes (CAC), Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Departamento Física de la Materia Condensada, GlyA

² Instituto de Nanociencia y Nanotecnología (INN)

El efecto magnetocalórico (EMC) consta del cambio adiabático en temperatura o el cambio isotérmico de entropía magnética de un material debido a la aplicación de un campo magnético. Este fenómeno constituye una parte fundamental de ciclos de refrigeración magnética, alternativa más amigable al medio ambiente que los métodos tradicionales [1].

Este trabajo explora las características del EMC presentadas en sistemas de polvos de óxido de manganeso de valencia mixta, llamados "manganitas", y las posibles ventajas de formar sistemas que combinen polvos de distintas composiciones

y fases magnéticas. El fuerte acoplamiento entre las propiedades estructurales, eléctricas y magnéticas de las manganitas da lugar a generar muestras diversas a partir de distintas estequiometrías con las que se sintetiza el compuesto.

Se realizó la caracterización magnética de dos muestras en polvo de los compuestos ($La_{0,305}Pr_{0,32}Ca_{0,375}MnO_3$) "LPCMO" y ($La_{0,75}Sr_{0,25}MnO_3$) LSMO. Mediante mediciones de su magnetización realizadas en vacío, se calculó el cambio de entropía magnética en función de la temperatura para variaciones de campo magnético externo de hasta 3 Teslas.

Se obtuvo una extensión en el rango de temperaturas del efecto magnetocalórico observado para una de las transiciones magnéticas de la LPCMO (180 K – 225 K) al incorporar el compuesto LSMO en el mismo sistema. Logrando un amplio rango de (180 K – 400 K)

Se planteó un modelo simple para la predicción del cambio de entropía magnética en sistemas compuestos que consisten en la mezcla de dos polvos de distintas manganitas. Se observó cómo el modelo predice la forma general de los cambios de entropía magnética y se discutieron sus limitaciones

[1] C. Aprea, A. Greco, A. Maiorino, C. Masselli, Journal of Physics: Conference Series 655, 1 (2015)

045. Función pérdida de energía en grafito: Efectos producidos por la intercalación de litio.

Mayorga Quarin Santiago^{1, 2}, Ceppi Sergio A.^{1, 2}, Luque Guillermina L.^{3, 4}, Stutz Guillermo E.^{1, 2}

¹ Facultad de Matemática Astronomía, Física y Computación (FAMAF), Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba

² Instituto de Física Enrique Gaviola (IFEG), Córdoba

³ Instituto de Investigaciones en Físico-Química de Córdoba (INFIQC), Córdoba

⁴ Departamento de Química Teórica y Computacional, Facultad de Cs. Químicas, Universidad Nacional de Córdoba

En este trabajo se presentan tanto mediciones como cálculos por primeros principios de la función pérdida de energía, en función de la energía y el momento transferidos, por excitación de electrones de valencia en grafito y grafito intercalado con litio en primera (LiC_6) y segunda (LiC_{12}) etapa de litiación, para momentos transferidos $q \perp c$ con $0,27 \leq q \leq 0,81$ a.u. Las mediciones se realizaron mediante la técnica de dispersión inelástica de rayos X en el Laboratorio Nacional de Luz de Síncrotrón (LNLS, Campinas, Brasil). Los cálculos se realizaron utilizando el programa OCEAN, que resuelve la ecuación de Bethe-Salpeter en la aproximación de Tamm-Dancoff, con momento transferido en las direcciones Γ -M y Γ -K. En los espectros se distinguen dos plasmones, uno de baja energía asociado a excitaciones de electrones en orbitales π entre los 8 a 11 eV y otro de alta energía asociado tanto a excitaciones de electrones de orbitales π como de orbitales σ entre los 27 a 34 eV. Tanto los experimentos como los cálculos muestran una dispersión positiva de ambos plasmones en el rango de momento medido en los dos materiales. A momento bajo se observa un corrimiento de ambos plasmones hacia energías más bajas como efecto de la intercalación de litio. Puede observarse que el plasmón $\pi + \sigma$ es significativamente afectado por el átomo intercalado, produciendo un corrimiento del orden de 1 eV, lo cual se puede explicar debido al menor apantallamiento entre planos de grafito producto de que los mismos se alejan como efecto de la intercalación de litio. Debido a su origen este efecto se va diluyendo a medida que se aumenta el momento transferido. En este caso, además del corrimiento, también se puede observar un ensanchamiento progresivo del plasmón $\pi + \sigma$ producto del amortiguamiento que introducen transiciones interbandas posibles a q más alto. Para el caso de las simulaciones también se puede observar este efecto aunque en este caso con menos intensidad. Por último, puede observarse el amortiguamiento del plasmón π a medida que se aumenta el momento transferido, el cual puede explicarse por transiciones interbanda $\pi \rightarrow \pi^*$. Este amortiguamiento se produce más rápido en el grafito intercalado con litio, dejando de observarse experimentalmente en momentos transferidos por encima de 0,54 a.u.

046. Indentación de nanopartículas de diamante con cascarón amorfo

García Vidable Gonzalo^{1, 2}, Amigo Nicolás³, González Rafael⁴, Bringa Eduardo^{1, 2}

¹ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

² Facultad de Ingeniería, Universidad de Mendoza

³ Departamento de Física, Universidad Tecnológica Metropolitana. Santiago, Chile

⁴ Centro para el Desarrollo de la Nanociencia y la Nanotecnología. Chile.

Las nanopartículas (NP), con diámetros entre 1 y 100 nm, son una clase de nanomateriales con múltiples aplicaciones que van desde la administración de fármacos, como aditivos para lubricación y hasta biosensores. Entre ellas las NP de diamante han captado el interés de los investigadores debido a su dureza, conductividad y biocompatibilidad, entre

otras propiedades. Estos potenciales usos deben sustentarse en una correcta comprensión de sus propiedades mecánicas, pero su comportamiento de deformación todavía está siendo desentrañado. A escala nano se observó plasticidad mediada por dislocaciones en pilares de diamante comprimidos a temperatura ambiente [1]. Los estudios disponibles sobre NP de diamante utilizando simulaciones de dinámica molecular (Molecular Dynamics, MD) han modelado estas estructuras como cristales sin defectos más allá de su superficie. Sin embargo, estudios experimentales han demostrado que las NP de diamante pueden estar cubiertas con una capa de carbono amorfo (aC) con un grosor de nanómetros. En el presente trabajo se estudian NP de distinto diámetro, con un núcleo cristalino de diamante y una cáscara de aC de distinto espesor, a las que nos referimos como CSNP (core-shell NP). Caracterizamos el aC obtenido, y simulamos la compresión de estas muestras con un indentador plano. Describimos cómo difiere la respuesta mecánica respecto a NP de diamante cristalino, como estudiamos en [2, 3]. Entre los resultados obtenidos, encontramos una caída en la dureza al aumentar el espesor del cascarón de aC y la aparición en este de bandas de corte, que pudimos relacionar con planos que sobresalen de la superficie del núcleo cristalino debido al deslizamiento de dislocaciones. La densidad de dislocaciones es un orden de magnitud menor a la observada en muestras cristalinas de igual tamaño. Por último se encontró que el módulo elástico no difiere significativamente al aumentar el grosor del cascarón.

[1] Nie, Anmin, et al. "Direct observation of room-temperature dislocation plasticity in diamond." *Matter* 2 (2020): 1222. [2] Vidable, G. Garcia, et al. "Simulations of plasticity in diamond nanoparticles showing ultrahigh strength." *Diamond and Related Materials* 126 (2022): 109109. [3] Aquistapace, Franco, et al. "Plasticity in diamond nanoparticles: dislocations and amorphization during loading and dislocation multiplication during unloading." *Journal of Materials Science* 59 (2024): 4788.

047. Adsorción y separación isotópica de litio con hidróxidos laminares dobles de Li-Al (LDH) y estructuras metal-orgánicas (MOF)

Sanchez Facundo¹, Kai Hain¹, Montenegro Lucas Mariano², Lionello Diego², Herrera Facundo³, Lafuente Deborah⁴, Trejo Urdaneta Mario², Bellora Marina³, Mauri Luciano⁴, Roncaroli Federico², Corti Horacio^{2 3}

¹ Universidad de Buenos Aires (UBA), Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires

² Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Laboratorio Argentino de Haces de Neutrones (LAHN)

³ Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Departamento de Física de la Materia Condensada e Instituto de Nanociencia y Nanotecnología

⁴ Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Gerencia Química

La extracción de litio en los salares de la Puna argentina se realiza actualmente por el método evaporativo que demanda un tiempo entre 12 a 18 meses y una considerable cantidad de agua dulce para producir Li_2CO_3 de grado batería. Esto ha dado lugar al estudio de métodos de extracción directa que se basan fundamentalmente en procesos electroquímicos o de adsorción.

En los métodos de extracción por adsorción se utilizan mayoritariamente hidróxidos de aluminio con distintas estructuras laminares [1], pero también se han reportado otro tipo de adsorbentes basados en estructuras metal-orgánicas [2]. En ambos casos se produce el enriquecimiento en el isótopo más liviano (6Li) en el adsorbente, que puede ser utilizado para la separación del otro isótopo estable (7Li) para el uso en tecnología nuclear con un muy alto valor agregado [3].

En este trabajo estudiamos la adsorción de sales de litio y la separación isotópica en una estructura metal-orgánica (MOF) basada en hierro (MIL-100Fe). La capacidad de sorción de este MOF es del orden de 25 mg/gMOF y el factor de separación, $({}^6Li/{}^7Li)_{MOF} / ({}^6Li/{}^7Li)_{sol}$, medido por espectrometría de masas es del orden de 1.04. Sin embargo, la velocidad de desorción del litio del adsorbente es lenta y la estabilidad química del mismo no es buena, por lo que se está analizando un MOF basado en cobalto.

Paralelamente se utilizó una de las formas cristalinas de $Al(OH)_3$, la gibbsita, que mostró una capacidad de adsorción de litio relativamente baja, por lo que se sintetizaron hidróxidos laminares dobles de Li-Al (LDH) que fueron caracterizados por difracción de rayos X y por dispersión de rayos X de bajo ángulo (SAXS). Estos LDH forman geles con buena capacidad de sorción de litio y se analiza la dependencia del factor de separación isotópica con el contenido de litio del LDH.

[1] J. Wimpenny et al., "Lithium isotope fractionation during uptake by gibbsite," *Geochim. Cosmochim. Acta*, vol. 168, pp. 133, 2015. [2] B. Tong et al., "Highly efficient lithium adsorption and stable isotope separation by metal-organic frameworks," *Chem. Commun.*, vol. 58, pp. 8866, 2022. [3] H. R. Corti, "El litio y sus isótopos en tecnología nuclear: separar para agregar valor," *Ciencia e Investigación*, vol. 73, pp. 31-39, 2023.

048. Fabricación y transferencia de dicalcogenuros de metales de transición bidimensionales

Francisquez Sebastián^{1 2}, De Pedro Franco^{1 2}, Borrazás Camila^{1 3 4 2}, Aversa Martin^{1 3 4 2}, Grinblat Gustavo^{1 3 4 2}

¹ Universidad de Buenos Aires (UBA)

² Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN), Departamento de física, Buenos Aires, Argentina.

³ Instituto de Física de Buenos Aires (IFIBA)

⁴ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

Los dicalcogenuros de metales de transición (TMDs, por sus siglas en inglés) son materiales de gran interés para la comunidad científica debido a que se estructuran en planos atómicos débilmente ligados entre sí y por lo tanto pueden obtenerse en espesores atómicos. Entre otras cosas, se ha demostrado que cuando estos materiales tienen una única capa atómica (es decir, son bidimensionales), presentan un incremento sustancial de sus propiedades ópticas como la fotoluminiscencia y la emisión de segunda armónica. Por lo tanto, es de interés no solo fabricar estos materiales, sino también poder transferirlos de manera controlada.

En este trabajo, fabricamos MoS₂ y MoSe₂ mediante el método de deposición química de vapor (CVD, por sus siglas en inglés), que permite sintetizar los TMDs de manera controlable y escalable. Este método consiste en colocar precursores químicos en distintas zonas de un horno a temperaturas controladas y, junto a la asistencia de un gas de transporte, hacer reaccionar sus vapores entre sí. Variamos parámetros como el flujo del gas de transporte, la relación de masa entre precursores, el tiempo de deposición, entre otros, con el fin de encontrar la combinación de parámetros óptimos que den como resultado el número de capas deseado con el tamaño lateral y la homogeneidad buscados. Para el MoS₂ obtuvimos muestras con monocapas de longitud característica media de 40 μm mientras que para el MoSe₂ no obtuvimos la suficiente repetibilidad como para definir una longitud media con los parámetros explorados. También estudiamos en paralelo un proceso de transferencia para estos materiales, donde buscamos transferirlos a un sustrato de manera controlada y repetible, utilizando un método asistido por un sello de polidimetilsiloxano (PDMS) con un sistema de microposicionamiento acoplado a un microscopio óptico. Se logró transferir exitosamente una monocapa de MoS₂ utilizando pasos de 30 μm en el sistema de microposicionamiento.

049. Transporte eléctrico en films columnares y de nanopartículas de ZnO: fabricación, caracterización y modelado

Paz Nelson Leandro^{1 2}, Straube Benjamín², Marin-ramirez Óscar^{1 2}, Vega Nadia^{1 2}, Comedi David^{1 2}

¹ Instituto de Física del Noroeste Argentino (IFINOA), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Universidad Nacional de Tucumán (UNT), Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología (FACET), Departamento de Física, NANOPROJECT, Laboratorio de Física del sólido y Laboratorio de Nanomateriales

² Universidad Nacional de Tucumán (UNT), Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología (FACET), Departamento de Física, Laboratorio de Física del Sólido

Debido a la crisis de hidrocarburos junto a la necesidad de contrarrestar sus graves efectos contaminantes y de efecto invernadero, la comunidad científica mundial está enfocada en la búsqueda y desarrollo de nuevas tecnologías de energías renovables. Para ello, la síntesis de nuevos materiales para el desarrollo de celdas solares (CSs) fotovoltaicas, a partir de compuestos no tóxicos, biocompatibles y accesibles, así como el uso de técnicas de fabricación sencillas y de bajo costo de ejecución, son muy relevantes. Los semiconductores nanoestructurados (SNEs), y en específico, el ZnO y el TiO₂, presentan propiedades optoelectrónicas únicas en lo que refiere a la generación de fotoelectrones debido a la absorción de luz en el UV junto a una excelente movilidad electrónica, propiciando su empleo en electrodos de CSs fotovoltaicas. Estos electrodos de SNEs pueden aplicarse, por ejemplo, en CSs sensibilizadas por colorantes o CSs orgánicas. Considerando lo anterior, se fabricaron muestras por dos métodos a bajas temperaturas: deposición química por vapor (CVD) y solvothermal, realizando la variación de varios parámetros de crecimiento, obteniéndose en el primer caso films de granos columnares (muestras S) y en el segundo films de nanopartículas de ZnO (muestras M) con uniformidad de recubrimiento y espesores diferentes (ya esperados por [1] y [2]). En una muestra selecta de cada morfología, se realizaron estudios de transporte de carga eléctrica. Para esto, primero se prepararon dichas muestras, estableciendo contactos eléctricos de In en S2 y un sistema de contacto eléctrico a presión en M2. Luego, a las mismas se realizaron medidas de curvas de la corriente eléctrica en función del voltaje aplicado sobre los electrodos (curvas I-V), curvas de resistencia eléctrica en función del tiempo (R-t), tanto en oscuridad como bajo iluminación UV. Estas medidas se realizaron tanto en condiciones de aire atmosférico como en vacío para el estudio de la influencia de los adsorbatos en el transporte de carga a través de los SNEs. Además, a estas muestras se les estudió la dependencia de la resistencia eléctrica en función de la temperatura (T) en el rango 30-297K bajo iluminación UV en vacío. En base a los resultados obtenidos, se plantea un modelo cualitativo posible del mecanismo de transporte de carga dominante para cada muestra y su respectiva morfología, con lo cual se busca el desarrollo de un modelo computacional para la validación de los supuestos teóricos a través del ajuste de las curvas experimentales.

Referencias

[1] Nadia C. Vega, Benjamín Straube, Oscar Marin-Ramirez y David Comedi. "Low temperature chemical vapor deposition as a sustainable method to obtain c- oriented and highly UV luminescent ZnO thin films", *Materials Letters*, vol. 333, 133684 (2023), <https://doi.org/10.1016/j.matlet.2022.133684>.

[2] O. Marin, V. González, M. Tirado, and D. Comedi, "Effects of methanol on morphology and photoluminescence in solvothermal grown ZnO powders and ZnO on Si," *Mater. Lett.*, vol. 251, pp. 41-44, 2019, doi: 10.1016/j.matlet.2019.05.033.

050. Estudio de la solubilidad en la solución sólida $Fe_xCe_{1-x}O_{2-\delta}$

Villarreal N H¹, Torres Y M¹, Zimicz M G¹, Prado F D¹, Sánchez M D¹

¹ Instituto de Física del Sur (IFISUR), Departamento de Física, Universidad Nacional del Sur (UNS), CONICET

La investigación de materiales basados en ceria (CeO_2) ha ganado una gran importancia en los últimos años gracias a sus propiedades catalíticas y sus aplicaciones en la industria química y energética. Debido a su alta capacidad de almacenamiento de oxígeno [1] es ampliamente utilizado como material soporte de metales de transición, para catalizar una gran variedad de reacciones [2-5]. Como una propiedad adicional de estos sistemas, la ceria puede interactuar fuertemente con los metales de transición facilitando la formación de soluciones sólidas, promoviendo la activación del oxígeno de la red generando nuevos sitios catalíticamente activos [6]. De entre los posibles sistemas, la ceria dopada con Fe ha demostrado ser eficaz en la producción de H_2 a partir del reformado de metano y en la oxidación selectiva de monóxido de carbono [7, 8]. Sin embargo, no existen estudios sistemáticos sobre la solubilidad del dopante en la estructura de la ceria, tomándose el límite de solubilidad como único parámetro para definir el contenido de dopante aceptable de acuerdo a su aplicación. Para este trabajo se sintetizaron muestras de $Ce_{1-x}Fe_xO_{2-\delta}$ con diferentes concentraciones de Fe ($x = 0.01$ a 0.25) utilizando el método de Pechini. Las muestras se analizaron mediante XPS y XRD. Los resultados de XPS mostraron que la concentración superficial de Fe^{+3} coincide con la concentración nominal esperada y que el porcentaje de Ce^{+3} aumenta con la cantidad de Fe hasta una concentración de 7.5% at, después del cual disminuye marcadamente. Los análisis de XRD indicaron que no se formaron fases secundarias y que el tamaño de cristalita se mantuvo en 75 \AA hasta 7.5% at de Fe , reduciéndose a 38 \AA para concentraciones mayores. El parámetro de red también disminuyó a partir de 7.5% at de Fe . Las pruebas de estabilidad térmica a $500 \text{ }^\circ\text{C}$ mostraron que no hubo segregación de fases secundarias luego de 10 horas de tratamiento. Sin embargo, tras una calcinación a $800 \text{ }^\circ\text{C}$, la muestra con 25% at de Fe mostró un aumento de diez veces en el tamaño de cristalita y la segregación de la fase $\alpha - Fe_2O_3$; junto con una expansión de la estructura cristalina. Estos resultados evidencian una competencia clara entre la concentración del dopante, su capacidad para promover la reducibilidad de la ceria y las propiedades estructurales del material. Sin embargo, será necesario realizar un estudio más detallado para comprender completamente los mecanismos responsables de este comportamiento.

[1] J.L. Boyer, et al. *Coord. Chem. Rev.* 254.3-4 (2010) 309-330.

[2] W. Tang, et al. *J. Catal.* 273.2 (2010) 125-137.

[3] A.D. Mayernick and M.J. Janik. *J. Catal.* 278.1 (2011) 16-25.

[4] A.I. Stadnichenko, et al. *Surf. Sci.* 679 (2019) 273-283.

[5] O.H. Laguna Espitia, et al. *J. Catal.* 276 (2010) 360-370.

[6] K.A. Moltved and K.P. Kepp. *J. Phys. Chem. C*, 123.30 (2019) 18432-18444.

[7] X. Zhu, et al. *Int. J. Hydrogen Energy*, 38.11 (2013) 4492-4501.

[8] ZHU Xing, et al. *J. Rare Earths*, 32.9 (2014) 824-830.

051. Método del operador hermítico y teorema de Hellmann-Feynman para la determinación de matrices de densidad reducida de estados excitados en el espacio de interacción de configuraciones doblemente ocupadas

Garros A^{1 2}

¹ Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Departamento de Física. Buenos Aires, Argentina.

² CONICET - Universidad de Buenos Aires, Instituto de Física de Buenos Aires (IFIBA). Buenos Aires, Argentina.

El método del operador hermítico (HOM) permite determinar energías de excitación en sistemas de muchas partículas correlacionadas utilizando matrices de densidad reducida (RDM) de un estado de referencia [1]. Además, otras técnicas pueden proporcionar aproximaciones precisas de las RDM del estado fundamental en sistemas con fuerte correlación electrónica dentro del espacio de interacción de configuraciones doblemente ocupadas (DOCI) [2]. Recientemente, el enfoque HOM se ha formulado con éxito en el espacio DOCI (HOM-DOCI), arrojando resultados altamente satisfactorios [3]. La determinación de energías de excitación usando HOM-DOCI permite explotar el potencial del teorema de Hellmann-Feynman para calcular RDM de estados excitados, extendiendo aún más su aplicabilidad. Se presentan el marco y los resultados de esta extensión [4].

[1] M. Bouten, P. Van Leuven, M. V. Mihailovic y M. Rosina, *Nucl. Phys. A* **202**, 127 (1973).

[2] W. Poelmans, M. Van Raemdonck, B. Verstichel, S. De Baerdemacker, A. Torre, L. Lain, G. E. Massaccesi, D. R. Alcoba, P. Bultinck y D. Van Neck, *Journal of Chemical Theory and Computation* **11**, 4064 (2015).

[3] A. Garros, D. R. Alcoba, P. Capuzzi, L. Lain, A. Torre, O. Oña y J. Dukelsky, *J. Chem. Phys.* **159** (12), 124107 (2023).

[4] A. Garros, manuscrito enviado, 2024.

052. Desarrollo de detectores de fotones basados en resonadores superconductores de aluminio granular

Ramos K^{1 2 3}, Pastoriza H^{1 2 3}, Tosi L^{1 2 3}

¹ Grupo de Circuitos Cuánticos, Div. Dispositivos y Sensores, CAB-CNEA

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

³ Instituto Balseiro (IB)

Los materiales de alta inductancia cinética son de gran interés para aplicaciones en circuitos superconductores [1], ya que permiten fabricar superinductores. Esta propiedad es fundamental también para aumentar la sensibilidad de un detector de fotones KID [2]. Un KID consiste en un resonador microondas, fabricado con un material superconductor, cuya frecuencia es sensible a cambios en la inductancia cinética. Su principio de funcionamiento permite la detección de fotones con energía mayor a dos veces el gap superconductor. En este trabajo presentamos mediciones de resonadores microondas de alto factor de calidad fabricados a partir de films de Al granular con diferente grado de desorden [3,4]. A partir de un análisis teórico para ajustar la dependencia de la frecuencia de resonancia y del factor de calidad con la temperatura y con la potencia pudimos extraer la fracción de inductancia cinética de los films y el mecanismo de pérdida dominante.

[1] Frasca S et al, Phys. Rev. Appl. 20 (2023) 044021

[2] Day PK et al, Nat. 425 (2003) 6960

[3] Grünhaupt L et al, Nat. Mater. 18, (2019) 8

[4] Grünhaupt L et al, Phys. Rev. Lett. 121 (2018) 117001

053. Memristividad y comportamiento neuromórfico en dispositivos basados en GCMO

Sattler Martín¹, Tau Anzoátegui Javier¹, Quinteros Cynthia^{2 3}, Schulman Alejandro⁴, Huhtinen Hannu⁵, Paturi Petriina⁵, Acha Carlos^{1 6 3}

¹ Departamento de Física, FCEyN-UBA, CABA, ARGENTINA

² ICIFI-ECyT (UNSAM-CONICET), San Martín, ARGENTINA

³ Miembros de la CIC del CONICET

⁴ Facultad de Ciencias, Universidad de Salamanca, Salamanca 37008, ESPAÑA

⁵ Wihuri Physical Laboratory, Department of Physics and Astronomy, University of Turku, Turku, FINLAND

⁶ IFIBA (UBA-CONICET)

Los memristores son dispositivos electrónicos a los que se les puede variar su resistencia eléctrica, tanto en forma no-volátil como volátil, siempre que se aplique el estímulo conveniente de la corriente que fluye a través de ellos. Dado que el valor de la resistencia puede variarse en forma activa mediante estímulos, o pasiva, mediante relajaciones, desde un valor máximo a un mínimo, y eventualmente tomar un continuo de valores intermedios entre ambos, puede emplearse esta magnitud para definir un estado de memoria (alto o bajo) o actuar como un peso sináptico. Por ello, surge la posibilidad de comparar su comportamiento eléctrico con aquel observado en las neuronas biológicas, pudiéndose conformar así circuitos que habitualmente se denominan neuromórficos.

Dispositivos basados en $Gd_{1-x}Ca_xMnO_3$ (GCMO) mostraron interesantes propiedades de conmutación resistiva, donde el dopaje electrónico en el GCMO producido por el reemplazo parcial de Gd por Ca modifica significativamente su comportamiento. Sin embargo, su respuesta neuromórfica no había sido explorada aún.

A estos fines, en dispositivos basados en películas delgadas de GCMO (100 nm), con contactos de Au y Al y distintos dopajes de Ca, en este trabajo se estudiaron: i- las características corriente-tensión (IV) para conocer los mecanismos de conducción dominantes a través de una particular juntura metal-óxido, ii- la espectroscopía de impedancias, para caracterizar la respuesta en distintas escalas temporales y entender con mayor profundidad su respuesta eléctrica y iii- la evolución de la resistencia remanente tras alcanzar un valor bajo luego de acumular pulsos de escritura.

Los resultados obtenidos indican las características del comportamiento memristivo de este sistema, la naturaleza del transporte eléctrico y muestran la existencia de comportamientos eléctricos compatibles con sistemas de imitación de neuronas, observando tanto cualidades promisorias como algunas respuestas imprevistas a raíz de conmutaciones resistivas satisfactorias, aunque matizadas por relajaciones temporales impredecibles y/o insuficientes.

MECÁNCA ESTADÍSTICA, FNL Y SC (PARTE 2)

JUEVES 19 17:30 - 19:30 hs.

Sala Angelelli

054. Movimiento colectivo en gliomas

Angaut Gonzalo¹, Barberis Lucas¹

¹ Facultad de Matemática Astronomía, Física y Computación (FAMAF)

En el cáncer de cerebro se han observado estructuras celulares autoorganizadas, llamadas *oncostreams*, compuestas por células alargadas se alinean formando clusters que se mueven en una dirección (flocks) o como colecciones de células en moviéndose entremezcladas en direcciones opuestas (streams). Estas estructuras se correlacionan con la agresividad del tumor, facilitan la distribución intratumoral de células tumorales y, potencialmente, favorecen la invasión colectiva del cerebro normal. [1]

Previamente se estudió, por medio de simulaciones numéricas, cómo emergen estas estructuras; en un sistema de células elongadas, todas con misma relación de aspecto y velocidad. Además, se analizó un sistema mixto incluyendo células redondas pasivas, observando que estas inhiben la formación de streams. [2]

En este trabajo, se estudió si este movimiento colectivo se genera a partir del espacio disponible que tiene cada célula para moverse. Para esto se utilizó un modelo en el cual la velocidad de las células crece en función de su relación de aspecto (cuanto más elongada la célula, más rápido se mueve) y tiene, como condición inicial, únicamente células redondas pasivas. Estas células, si tienen espacio disponible, pueden deformarse y adquirir movimiento. Con el fin de obtener las fuerzas que se ejercen las células entre sí, se extendió el modelo utilizado en [3] para estudiar el movimiento colectivo de partículas elongadas, pasando de un modelo que tiene en cuenta solamente partículas con misma relación de aspecto a partículas distintas entre sí.

A partir de simulaciones numéricas, se determinaron propiedades estadísticas y dinámicas del movimiento colectivo emergente en términos de los parámetros de orden polar y nemático y de sus fluctuaciones. Se observa que los oncostreams pueden emerger espontáneamente en un rango intermedio de densidades. A altas densidades el sistema autoorganiza congelándose en una fase hexagonal mientras que a bajas densidades las células migran aleatoriamente debido a que las sucesivas colisiones destruyen la información orientacional del conjunto.

[1] Comba et al., "Spatiotemporal Analysis of Glioma Heterogeneity reveals COL1A1 as an actionable target to disrupt tumor progression", *Nature Communications* 13, 3606 (2022).

[2] L Barberis, CA Condat, SM Faisal, P Lowenstein "The self-organized structure of glioma oncostreams and the disruptive role of passive cells" en revisión en *Sci. Rep.* (2024).

[3] Grosman, R., Aranson, I.S. and Peruani, F. "A particle-field approach bridges phase separation and collective motion in active matter", *Nat. Commun.* 11, 5365. (2020).

055. Desarrollo de un sistema de adquisición de videos automatizado para el estudio de interacciones sociales en roedores

Pilotto Catalina^{1, 2}, Dell'oro Sansoni Vicente^{1, 2}, Martínez María Cecilia², Kropff Emilio²

¹ Universidad de Buenos Aires (UBA), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN), Departamento de Física

² Fisiología y Algoritmos del Cerebro, Fundación Instituto Leloir, IIBBA-CONICET.

En el campo de la neurociencia, el estudio de la actividad de roedores proporciona información valiosa sobre patrones comportamentales y respuestas a diversos estímulos. Actualmente, se sabe poco acerca de cómo distintos niveles de estrés afectan la interacción social. En este proyecto, desarrollamos un dispositivo automático con el que se realizarán grabaciones en video de grupos de animales con distintos niveles de estrés con el fin de estudiar su comportamiento.

Se confeccionó un sistema de grabación versátil utilizando una Raspberry Pi 3 Model B y una cámara Raspberry Pi Camera Module 2 NoIR. Ambos elementos son de bajo costo y, al ser de software abierto, son fácilmente programables. Se configuró la cámara para que filme videos de una determinada longitud en horarios específicos y que estos sean accesibles de forma remota.

Considerando que los roedores tienen su pico de actividad durante la noche, las grabaciones de mayor interés serán en este período. Como las ratas no son sensibles a la luz infrarroja, mientras que la cámara utilizada sí lo es, se ensambló un circuito con LEDs infrarrojos para poder grabar sin interferir con el comportamiento de los animales.

El análisis de datos se realizará con machine learning, lo que permitirá identificar y estudiar patrones de comportamiento de forma eficiente y precisa. En particular, la herramienta empleada será DeepLabCut™ en su función multianimal, y se entrenará con videos de los animales en la jaula.

Este trabajo proporcionará información sobre los patrones de comportamiento e interacción social de las ratas, ampliando nuestra comprensión de cómo el estrés influye en sus relaciones sociales. Los resultados obtenidos no solo ampliarán el conocimiento en el campo de la neurociencia, sino que también pueden tener implicaciones para el estudio del comportamiento social en otras especies.

056. Simulación Computacional y Aprendizaje Automático en el Estudio de Propagación de Incendios Forestales

Seijas Fernando¹, Cornette Valeria^{2 1}, López Raúl^{2 1}

¹ Universidad Nacional de San Luis (UNSL), FCFMYN, Departamento de Física

² Instituto de Física Aplicada (INFAP)

La propagación de incendios forestales es un tema de gran relevancia debido a su impacto en el medio ambiente, la economía y la seguridad de las comunidades. En la literatura, se han desarrollado diversos modelos para entender y predecir la dinámica de los incendios forestales. Hemos aplicado una metodología que combina simulación computacional, análisis de datos y técnicas de machine learning. Los modelos tipo Forest-Fire Model (FFM) han demostrado ser útiles para estudiar las relaciones dinámicas entre la densidad de un bosque, su tasa de crecimiento y la propagación de los incendios. Además, se han utilizado para explorar cómo los sistemas complejos generan o no "self-organized criticality". Utilizamos estos FFM, basados en autómatas celulares en una red bidimensional (donde cada celda puede estar vacía, ocupada por un árbol o ardiendo), para analizar la dinámica de la propagación del fuego en bosques, con el objetivo de obtener parámetros críticos y evaluar propiedades de escape. Además, se exploró la utilización de datos experimentales reales y técnicas de machine learning para optimizar las simulaciones.

057. Cotas termodinámicas para la asimetría de correlaciones cruzadas y estimación de parámetros en procesos de Lotka-Volterra.

Agote A¹, Freitas J N¹, Pérez Nadal G^{1 2}

¹ Universidad de Buenos Aires (UBA), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN), Departamento de Física. Buenos Aires, Argentina

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

La asimetría de las correlaciones atrasadas temporalmente,

$$\delta C_{a,b}^{\tau} = \langle b(t + \tau)a(t) - a(t + \tau)b(t) \rangle$$

es una cantidad que se anula para sistemas en equilibrio termodinámico. Esta propiedad lo convierte en un indicador de lejanía de un estado respecto al equilibrio [1]. Una serie de trabajos recientes ha logrado acotar la asimetría de las correlaciones atrasadas temporalmente en función de parámetros termodinámicos (como la producción en entropía o la afinidad termodinámica de ciclos) para sistemas continuos y discretos en condiciones estacionarias [1-3].

En este trabajo se logra una cota a la asimetría de las correlaciones atrasadas temporalmente en función de la producción de entropía válida a tiempos cortos para sistemas en estados no estacionarios. Como un caso de aplicación, se utiliza la cota para estimar la asimetría en la matriz de interacción de modelos de Lotka-Volterra de dos especies a partir de series temporales de las poblaciones.

[1] Naruo Ohga, Sosuke Ito, Artemy Kolchinsky. 'Thermodynamic Bound on the Asymmetry of Cross-Correlations', Phys. Rev. Lett. 131 (2023) 077101

[2] Naoto Shiraishi. 'Entropy production limits all fluctuation oscillations', Phys. Rev. E 108 (2023) L042103

[3] Tan Van Vu, Van Tuan Vo, 'Dissipation, quantum coherence, and asymmetry of finite-time cross-correlations', Keiji Saito. Phys. Rev. Research 6 (2024) 013273

058. Evolución del patrón geométrico en corazas de gliptodonte.

Dominguez Francisco¹, Dell'erba Matías¹, Vassallo Lautaro¹

¹ Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMDP), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Instituto de Investigaciones Físicas de Mar del Plata (IFIMAR)

Los Gliptodontes (Mammalia-Cingulata) fueron grandes mamíferos placentarios herbívoros que habitaron el continente americano. Se distribuyeron a través de América del Sur durante la mayor parte de su período evolutivo, pudiendo acceder a regiones más septentrionales, incluyendo América del Norte.

Una peculiaridad que los define dentro del orden Cingulata es su coraza dorsal rígida no articulada cuya funcionalidad principal era la de protección frente a predadores [1]. Esta está constituida por cientos de piezas óseas llamadas osteodermos,

los cuales se encuentran soldados a sus vecinos por medio de suturas óseas configurando una estructura rígida. Desde el punto de vista mecánico las uniones entre osteodermos representan las zonas más frágiles. Describiremos al conjunto de osteodermos de la coraza usando diagramas de Voronoi [2] que se definen a partir de una serie de puntos semillas en 2D como las regiones del espacio que están más cercas de una semilla que de cualquier otra. Existe una relación uno a uno entre la distribución de semillas en el plano y el teselado correspondiente, reflejo de la relación entre los diagramas de Voronoi y su grafo dual, las triangulaciones de Delaunay. Así, para cada patrón geométrico representando una coraza podremos asociar la serie de semillas correspondientes y únicas.

Se propone que el patrón geométrico en la coraza del gliptodonte responde a procesos evolutivos de optimización que conducen a ventajas selectivas para ciertas configuraciones de osteodermos y, por tanto, a una mayor probabilidad de descendencia. Dado que el gliptodonte cuenta con una coraza rígida, que su funcionalidad principal es la de protección frente a predadores y utilizando el resultado del teorema de Hales[3], se plantea que una coraza se optimiza cuando las líneas frontera se minimizan y la distancia entre semillas se maximiza. La configuración de máxima optimización es el teselado hexagonal regular y es única. El modelo de evolución del patrón geométrico de la coraza que estudiamos consta de dos partes: descendencia con variaciones y selección natural. Consideraremos la coraza de la generación $n+1$ como una perturbación aleatoria de la coraza de la generación n . Esto es, se aplicará una perturbación aleatoria de intensidad ξ sobre las posiciones de las semillas correspondientes a la coraza de la generación n , el diagrama de Voronoi resultante será la coraza de la siguiente generación. La selección natural estará representada por una distribución de probabilidad que favorece la descendencia de las configuraciones que optimizan la coraza.

[1] Krmpotic, C.M. and et.al., Osteoderm morphology in recent and fossil Euphractine xenarthrans. *Acta Zool. Stockh* 90, 339, (2009).

[2] Aurenhammer, F. and et.al., Voronoi diagrams and delaunay triangulations, WorldScientific, Singapore, (2013).

[3] Hales, T.C., The Honeycomb Conjecture. *Discrete and Computational Geometry*. 25, 1 (2001).

Contacto: Francisco Dominguez, franciscodominguez@mdp.edu.ar

059. Dinámica del uso de las palabras durante los últimos tres siglos. Análisis de datos y modelado matemático.

Zaidán Zoe¹, Trevisán Marcos¹, Shalom Diego¹

¹ Universidad de Buenos Aires (UBA)

En la última década del siglo pasado, Nowak describió algunas propiedades universales del lenguaje usando teoría de juegos. A partir de entonces, el uso de modelos matemáticos aplicados al estudio cuantitativo del lenguaje y de los objetos culturales en general se ha expandido, propiciado por el acceso a bases de datos masivas que permiten refrendarlos.

Siguiendo esta línea de investigación, nuestro grupo desarrolla modelos matemáticos de baja dimensión para explicar la frecuencia de uso de miles de palabras en distintos idiomas. Estos modelos se basan en mecanismos cognitivos que generan ciclos en la frecuencia de uso, como los que se observan en la moda. El ajuste del modelo a las series experimentales muestra que las palabras tienen ciclos sintonizados a un punto crítico del sistema dinámico y forman comunidades en las que los ciclos se sincronizan parcialmente. Los resultados obtenidos en esos trabajos corresponden a la evolución de palabras estables, en el sentido de que su uso no se ha interrumpido durante al menos los últimos tres siglos, con o sin variaciones de significado. Otras palabras, en cambio, han desaparecido durante ese período. Aquí nos proponemos caracterizar estadísticamente la dinámica de estas palabras y estudiar las eventuales modificaciones que requiere el modelo para dar cuenta de ellas.

060. Clasificación de pacientes con diabetes utilizando métodos de aprendizaje automático

Carrizo Zakian María¹, Rodríguez Romina De Lourdes¹

¹ Universidad Nacional de Córdoba (UNC), Facultad de Matemática Astronomía, Física y Computación (FAMAF)

Los modelos de aprendizaje automático son utilizados cada vez con mayor asiduidad en una amplia gama de problemas dentro de la física, ya sean como herramientas que complementan los métodos tradicionales de análisis[1], hasta como asistentes en la búsqueda de nuevas teorías[2] o de partículas de materia oscura producidas en el LHC[3]. Por esto se destaca la importancia de entender los fundamentos de estos modelos, aprender a entrenarlos y utilizarlos de forma apropiada. En este contexto se realizó este trabajo como proyecto dentro de una materia de especialidad de la Licenciatura en Física, con el objetivo de desarrollar una herramienta para los profesionales de la salud, que permita identificar de manera temprana pacientes potencialmente en riesgo de desarrollar diabetes y que ayude a diseñar estrategias personalizadas para cada paciente.

Para este trabajo se utilizó un dataset de acceso público, con información demográfica e historial clínico relevante para la diabetes, y software de código abierto. La clasificación de interés presentó un problema de desbalance de clases, en el cual la clase de interés es la minoritaria, Se utilizaron los siguientes modelos de aprendizaje automático: Naive Bayes, Árbol

de decisión, Regresión Logística, Gradient Boosting y Random Forest [4].

En este proyecto logramos mejorar la capacidad de predicción de la diabetes en pacientes futuros mediante el uso de los modelos mencionados. Específicamente, se observó que el uso de modelos que incorporan un hiperparámetro para tratar el desbalance de clases, como Logistic Regression y Árbol de decisión, resultó fundamental para mejorar el rendimiento de la clasificación, especialmente en la detección precisa de los pacientes diagnosticados con diabetes.

Si bien la motivación del trabajo fue brindar una herramienta de uso médico, el aprendizaje logrado puede trasladarse a problemas más complejos propios de las ciencias naturales.

[1] Francisco A. Rodrigues. Machine learning in physics: A short guide, EPL 144, 22001 (2023).

[2] Karagiorgi, Georgia, et al. "Machine learning in the search for new fundamental physics." Nature Reviews Physics 4, 399 (2022).

[3] Luis Crespo Ruiz. Aplicación a Física de Partículas de métodos de clasificación multidimensionales en presencia de errores sistemáticos. Trabajo de Fin de Grado para acceder al Grado en Física. Universidad de Cantabria - Facultad de Ciencias. Junio - 2020.

[4] Duda, R. O., Hart, P. E., Stork, D. G. Pattern Classification. Wiley, 2nd Ed (2001).

061. Desarrollo de equipos de monitoreo ambiental acústico: grabación, reproducción y transmisión inalámbrica de audio

Syddall Kenneth¹, Alvez Nicolas José¹, Buono Pedro¹, Bistel Roberto^{1 2}, Mindlin Gabriel Bernardo^{1 2}

¹ Universidad de Buenos Aires (UBA), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Departamento de Física, Laboratorio de Sistemas Dinámicos.

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Instituto de Física Interdisciplinaria y Aplicada (ex INFIP) (INFINA)

En los estudios comportamentales de aves silvestres, suelen ser necesarios equipos de grabación y reproducción autónomos y robustos, capaces de ser programados con protocolos de "playback" y registro. [1].

El trabajo se desarrolló en el marco de un proyecto llevado a cabo por Roberto Bistel y Gabriel Mindlin, donde se utilizó un modelo de producción vocal de aves para generar canciones sintéticas que imitan las canciones de *Zonotrichia capensis*. En su trabajo se buscó poner a prueba la hipótesis de que estas interpretaciones sintéticas provocaron respuestas de comportamiento similares a las evocadas por cantos reales en pájaros cantores silvestres de la misma especie. [2].

Con este fin fue necesario diseñar y desarrollar un dispositivo grabador-reproductor de audio capaz de enviar los registros a través de Wi-Fi. El dispositivo es autónomo, lo que garantiza una mínima invasividad del personal de investigación en las áreas bajo estudio. Con el fin de extender su autonomía se le acopló también un panel solar. Además, este instrumento es fácilmente configurable, por lo cual puede ser utilizado en otros estudios de campo. En este trabajo describimos el equipo diseñado y construido para el proyecto, así como describimos las siguientes etapas del desarrollo.

[1] De Rosa, A., Castro, I., and Marsland, S. (2022) Ibis, 164(2), 371-387.

[2] Bistel, Roberto, Ana Amador, and Gabriel B. Mindlin. Response of wild songbirds to songs synthesized with a low-dimensional model." Physical Review E 109.5 (2024): 054410.

062. Comparación de los espectros de la nota sol ejecutada en una trompeta con diversas posiciones de sus válvulas

Giovanetti F M¹, Mindlin G B^{1 2 3}

¹ Universidad de Buenos Aires (UBA), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN), Departamento de Física

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Universidad de Buenos Aires (UBA), Instituto de Física Interdisciplinaria y Aplicada (ex INFIP) (INFINA)

³ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Instituto de Física de Buenos Aires (IFIBA)

Con la trompeta, tenemos la de poder realizar una misma nota en distintas posiciones de sus válvulas. Si pensamos a la trompeta como un tubo de longitud variable (gracias a la acción de sus válvulas), es posible realizar una misma nota musical (frecuencia fundamental del sonido) para diferentes largos del tubo. Entre los trompetistas existe un consenso de que las notas tocadas en distintas posiciones son tímbricamente diferentes. En este trabajo se propone poner a prueba esta hipótesis, midiendo y comparando el contenido espectral de cada sonido en las distintas posiciones de sus válvulas.

La parte experimental del trabajo consiste en cuantificar el contenido espectral [1] del *sol*₀ (la nota "sol" ejecutada sin presionar ningún pistón) y del *sol*₁₋₃ (ejecutada al presionar el pistón 1 y 3), a partir de grabaciones de diferentes trompetistas. Se presentan resultados que construyen confianza sobre la hipótesis. Por último, un modelo de acople fuente filtro [2] nos permite interpretar los resultados, y formular predicciones sobre la dinámica labial durante la ejecución de estas notas.

[1] J.D. Sitt, A. Amador, F. Goller, G.B. Mindlin, Dynamical origin of spectrally rich vocalizations in birdsong.

[2] Agustín Carpio Andrada and Gabriel.B. Mindlin, The dynamics of sensorimotor integration.

063. Termodinámica de adsorción sobre sustratos heterogéneos top-bridge fuertemente correlacionados. Efectos de las interacciones energéticas en el adsorbato.

Bulnes F. M.¹, Sanchez Varretti F. O.², Ramirez Pastor A. J.¹

¹ INFAP - CONICET y Dpto. de Física - UNSL

² Univ. Tecnológica Nacional UTN - San Rafael

La adsorción de monómeros sobre sustratos que presentan topografías energéticas fuertemente correlacionadas del tipo top-bridge, es estudiada mediante simulación de Monte Carlo en asamblea gran canónica, y aproximaciones analíticas de racimo. El comportamiento del sistema es monitoreado a través de las principales cantidades termodinámicas de interés, isotermas de adsorción, energía de la fase adsorbida, calor diferencial de adsorción, energía libre y entropía del adsorbato, en función del cubrimiento superficial, para diferentes valores de temperatura, presión, y de los parámetros energéticos del problema. La existencia de diferentes tipos de sitios de adsorción (T, B y H) que determinan la topografía heterogénea top bridge, la fuerte correlación energética que la caracteriza, y la existencia de interacciones ad-ad a primeros y segundos vecinos en la fase adsorbida, dan lugar a una dependencia muy interesante de las cantidades estudiadas, en correspondencia con la formación de estructuras ordenadas en el adsorbato.

064. Modelo del votante con múltiples estados e interacciones no lineales

Lucía Soledad Ramirez¹

¹ Universitat de Barcelona

Estudiamos la dinámica de formación de consenso de modelos de votantes con interacciones no lineales. Principalmente nos enfocamos en el caso en el que los votantes pueden optar a múltiples estados, pero se proporciona también una discusión del modelo de dos estados. La tasa a la que un individuo adopta un determinado estado de opinión escala como la q -ésima potencia del número de vecinos del individuo en ese estado. Para $q > 1$, la dinámica favorece la opinión sostenida por la mayoría de los agentes. El ordenamiento hacia el consenso es impulsado por un drift determinista, y el ruido solo juega un papel menor. Para $q < 1$, la dinámica favorece las opiniones minoritarias, y en modelos de múltiples estados el ordenamiento procede a través de una sucesión de estados metastables impulsada por el ruido. Encontramos que la densidad promedio de interfaces activas en el modelo con múltiples estados de opinión no muestra una decaída exponencial única en el tiempo para $q < 1$, en contraste con el modelo lineal. Esto resalta el carácter especial del modelo convencional (lineal) de votantes, en el que la drift determinista está ausente. Como parte de nuestro análisis, desarrollamos una aproximación por pares para el modelo de múltiples estados en grafos, válida para cualquier valor real positivo de q , mejorando las aproximaciones previas para modelos de votantes no lineales de dos estados.

065. Estudio del Umbral de Percolación en Redes Cúbicas

Gimenez M. Cecilia¹, Centres P. M.², Reinaudi Luis³

¹ Instituto de Física Enrique Gaviola (IFEG)

² Universidad Nacional de San Luis (UNSL)

³ Instituto de Investigaciones en Físico-Química de Córdoba (INFIQC)

Se estudió el umbral de percolación en tres dimensiones, para las redes cúbica simple y cúbica centrada en el cuerpo (BCC), en función de la energía de interacción entre primeros vecinos. En la red cúbica simple, cada sitio tiene seis primeros vecinos, mientras que, en la BCC, cada sitio tiene ocho primeros vecinos. Para cada valor de J (parámetro de interacción entre primeros vecinos), se buscó el grado de ocupación mínimo, θ_c al cual el sistema percola (es decir, que un mismo cluster atraviesa todo el sistema). Para ello se realizaron simulaciones de Monte Carlo en tres dimensiones, con la dinámica de Kawasaki, en el colectivo canónico, y se calculó la probabilidad de percolación, R , con diferentes criterios, en función del grado de ocupación θ , para diferentes tamaños de sistema, con el empleo del algoritmo de Hoshen-Kopelman. Mediante técnicas de escalamiento de tamaño finito se extrapoló al valor umbral correspondiente en el límite termodinámico, de esta manera la concentración crítica θ_c es reportada en función J . Asimismo, se calcularon exponentes críticos corroborándose que éstos pertenecen a la clase de universalidad 3D.

066. Comportamiento de las funciones termodinámicas para el clatrato hidrato de N2 si y sII: Estudio mediante un modelo de gas de red 2D y simulación de Monte Carlo

Lo Gatto Tobias Agustín¹, Longone Pablo Jesus^{1 2 3}, Dávila Mara Veronica^{1 2 3}

¹ Universidad Nacional de San Luis (UNSL)

² Instituto de Física Aplicada (INFAP)

³ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

En este trabajo se ha aplicado un modelo de gas de red en 2D y simulaciones de Monte Carlo para estudiar el comportamiento de diversas funciones termodinámicas en el clatrato hidrato de N₂ con estructuras sI y sII. Este estudio surge a raíz de la existencia de una transición de fase estructural de sII a sI con el cambio de la presión. Estos cambios estructurales han sido observados mediante experimentos, estudios teóricos y simulaciones de DFT. En este contexto, hemos realizado un estudio exhaustivo mediante el cálculo de funciones termodinámicas tales como isothermas de adsorción, energía libre y entropía, tanto para la estructura sI como para la sII, con el fin de evidenciar la existencia de la transición de fase estructural de sII a sI para el clatrato de N₂.

067. Estimación de la densidad espectral de potencia de señales electrocardiográficas, basada en la transformada wavelet

Clemente Gisela^{1, 2}, Andrini Leandro^{2, 3}, Llamedo Soria Mariano¹

¹ Universidad Tecnológica Nacional (UTN), Facultad Regional Buenos Aires, Departamento de Electrónica, GIBIO, Argentina.

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

³ Universidad Nacional de La Plata (UNLP), Facultad de Ciencias Exactas, Centro de Matemática de La Plata (CMA LP)

La Densidad Espectral de Potencia (DEP) de una señal es una representación cuantitativa de cómo se distribuye su potencia a lo largo de las distintas frecuencias que la componen. Por otra parte, la descomposición wavelet es una técnica muy utilizada en el análisis de señales electrocardiográficas (ECG) debido a su capacidad para proporcionar una representación detallada en el dominio tiempo-frecuencia. Esta técnica permite, entre otras cosas, identificar y localizar eventos transitorios, así como también anomalías.

Hemos observado que uno de los problemas frecuentes al trabajar con las herramientas antes mencionadas utilizando bases de datos que contienen señales muestreadas a diferentes frecuencias, es la elección adecuada de las escalas para realizar la descomposición wavelet. Es de nuestro interés que las mismas cubran apropiadamente el ancho de banda que se desee estudiar. Por este motivo, en este trabajo, presentamos una estimación de la DEP de señales del ECG mediante la transformada wavelet continua [1, 2]. En particular, trabajamos con dos bases de datos de pacientes cuyas señales de ECG tienen diferentes frecuencias de muestreo. Incluimos pacientes sanos y pacientes que tuvieron un infarto de miocardio (IM), en dos estadios diferentes del mismo. En ambas bases de datos estamos interesados en estudiar las frecuencias a partir de los 32 Hz apróx., donde se encuentran los contenidos sutiles de alta frecuencia relacionados con el IM [3]. Analizamos, para cada caso, la elección de las escalas adecuadas según la wavelet utilizada en la descomposición.

Los resultados obtenidos fueron los siguientes: al utilizar la base de datos PTB, con una $F_s=1000\text{Hz}$, la wavelet daubechies de orden 6 y las primeras 16 escalas en la descomposición wavelet; el ancho de banda es de 30-500Hz en el 99,81 % de las 16191 señales analizadas. Al estudiar la base de datos PTB XL, con una $F_s=500\text{Hz}$, el 99 % de las 22940 señales analizadas mostró tener un ancho de banda de 30-250Hz, eligiendo las primeras 8 escalas con la misma wavelet que en el caso anterior. Estos resultados demuestran una relación directa entre la cantidad de escalas necesarias y la frecuencia de muestreo de cada base de datos para capturar un ancho de banda similar en cada caso.

[1] Yumei K., Wancheng Z., Quan B., JinLin W. Time-dependent Power Spectral Density Estimation of AE signals of Rock Based on Wavelet Transform. Chinese Control and Decision Conference (CCDC), 2011. DOI: 10.1109/CCDC.2011.5968526.

[2] Alessio S. M. Digital Signal Processing and Spectral Analysis for Scientists. Concepts and Applications. Signals and Communication Technology. Springer. 2016. DOI: 10.1007/978-3-319-25468-5.

[3] Ben Haim S., Becker B., Edoute Y., Kochanovski M., Azaria O., Kaplinsky E. and Palti Y. Beat-to-beat electrocardiographic morphology variation in healed myocardial infarction, Am. J. Cardiol. 68 725–728. 1991. DOI: 10.1016/0002-9149(91)90643-Y.

068. Reducción de la Desigualdad a través del Control del Riesgo en el Modelo Yard-Sale

Giordano Lautaro^{1, 2, 3}, Cortés Ignacio¹, Laguna Fabiana^{1, 2}

¹ Centro Atómico Bariloche (CAB), División Física Estadística e Interdisciplinaria

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

³ Instituto Balseiro (IB)

La Econofísica permite explorar problemáticas económicas, como la desigualdad en la distribución de la riqueza de una sociedad, utilizando métodos y modelos provenientes de la física. Un ejemplo de estos métodos son las simulaciones de agentes, inspiradas en el desarrollo de la teoría cinética de los gases.

Un modelo simple y ampliamente utilizado en la econofísica es el denominado Yard-Sale, que describe una interacción mediante la cual dos agentes económicos intercambian riqueza. En este modelo, cada agente apuesta una fracción de su riqueza y se sortea un ganador con una cierta probabilidad. El monto intercambiado es el mínimo de las dos apuestas. Los agentes se diferencian entre sí por su valor de riesgo, que es la fracción de riqueza que están dispuestos a apostar.

En este trabajo estudiamos cómo varía el comportamiento del sistema al modificar la distribución de riesgos. El principal resultado observado es que limitar el riesgo máximo que pueden asumir los agentes tiene un impacto significativo en el estado final, disminuyendo la desigualdad del sistema captada por el coeficiente de Gini y aumentando la cantidad de agentes con riqueza no nula.

069. Entropía de Transferencia en Tareas Imaginadas y Realizadas: Un Enfoque para Caracterizar la Dinámica Neuronal

Miceli Federico¹, Granado Mauro¹, Montani Fernando¹

¹ Instituto de Física de La Plata (IFLP)

Para analizar la dinámica no lineal de una red neuronal que interconecta dos sistemas estocásticos, es fundamental comprender el flujo de información entre ellos. Una herramienta estadística frecuentemente empleada en este tipo de investigaciones es la información mutua, que mide la dependencia estadística entre los sistemas. Al incorporar un desfase temporal en esta métrica, es posible examinar las probabilidades de transición y así identificar las propiedades dinámicas de la red neuronal. Este enfoque tiende a descomponer la información direccional intercambiada al no eliminar las contribuciones provenientes de entradas comunes o compartidas por ambos sistemas. No obstante, utilizando un proceso de Markov, se puede definir una medida asimétrica entre conjuntos neuronales mediante la entropía de transferencia. Esta métrica se especializa en cuantificar el flujo de información que circula exclusivamente en una dirección específica entre los dos sistemas. En el presente estudio, se evaluó la transferencia de información en registros de EEG de sujetos que llevaban a cabo tanto tareas imaginadas como realizadas. La entropía de transferencia, al ser sensible al intercambio dirigido de información entre sistemas, permitió medir las diferencias en la tasa de transferencia de información en diversas áreas y bandas de oscilación según la clasificación de Berger, comparando tareas imaginadas con tareas realizadas. Esta herramienta de teoría de la información revela la relevancia de las bandas de baja frecuencia en la ejecución de tareas y ayuda a distinguir entre tareas imaginarias y visuomotoras.

070. Termodinámica de absorción de hidrógeno en fases Laves de $\text{C14-Zr}(\text{Cr}_{0,5}\text{Ni}_{0,5})_2$: un estudio teórico

Sanchez-varretti Fabricio O.¹, Ramirez Pastor Antonio J.², Robina Merlino Ariana³, Pronsato María E.⁴, Juan Alfredo⁴

¹ Universidad Tecnológica Nacional, Regional San Rafael

² Universidad Nacional de San Luis (UNSL), Departamento de Física, Instituto de Física Aplicada, Universidad Nacional de San Luis-CONICET

³ Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco (UNPSJB)

⁴ Universidad Nacional del Sur (UNS), Instituto de Física del Sur (IFISUR, UNS-CONICET) and Departamento de Física, Universidad Nacional Del Sur

Se realizó un estudio teórico sobre la energía total y la termodinámica de absorción de hidrógeno en el compuesto intermetálico $\text{Zr}(\text{Cr}_{0,5}\text{Ni}_{0,5})_2$. En una primera etapa, cálculos de DFT (density functional theory) proporcionaron las energías de absorción correspondientes al hidrógeno en diferentes entornos. A partir de ahí, se encontraron 28 ubicaciones de absorción de hidrógeno y se determinaron específicamente las energías de absorción correspondientes. Luego, con esta información, se aplicó una aproximación teórica basada en el concepto de isoterma de absorción local y la estadística de Fermi-Dirac para estudiar la termodinámica del sistema. En este caso, y debido a la ausencia de interacciones laterales, se pueden derivar expresiones exactas de las funciones termodinámicas. El proceso fue monitoreado siguiendo la cobertura superficial como función del potencial químico (isoterma de absorción), la energía y la entropía configuracional de la fase absorbida y el calor diferencial de absorción. Se observaron y discutieron comportamientos interesantes en términos de las propiedades microscópicas de absorción (distribución de energía de los sitios de absorción).

071. Modelado Matemático de Redes de Regulación Génicas: Transición Epitelio-Mesenquimal y Pluripotencia

Senra Daniela³, Diambra Luis¹, Guisoni Nara¹

¹ Centro Regional de Estudios Genómicos (CREG), Universidad Nacional de La Plata (UNLP)

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

³ Universidad Nacional de La Plata (UNLP)

La transición epitelio-mesenquimal es un proceso mediante el cual las células epiteliales, caracterizadas por su polaridad apical-basal y uniones estables entre sí y con la matriz basal, adquieren características mesenquimales. Estas células

transformadas presentan una morfología similar a la de los fibroblastos y poseen mayor capacidad migratoria. La transición epitelio-mesenquimal desempeña un papel crucial en el desarrollo embrionario y la cicatrización de heridas, además de estar involucrada en patologías como el cáncer. En el contexto del cáncer, los grupos de células tumorales circulantes que expresan tanto marcadores epiteliales como mesenquimales muestran una disminución en la adhesión celular y un movimiento colectivo eficaz, lo que facilita el ingreso al torrente sanguíneo y la diseminación a otros tejidos. Las transiciones entre los estados epitelial, híbrido epitelial/mesenquimal y mesenquimal están reguladas por diversas vías de señalización y controladas por factores de transcripción específicos y microARNs. Recientemente se propuso la existencia de una red regulatoria central para la transición epitelio-mesenquimal que está presente en numerosos carcinomas. Esta red está compuesta por dos bucles de retroalimentación mutuamente inhibitorios altamente interconectados: miR-34/SNAIL y miR-200/ZEB.

La pluripotencia y las células madre cancerosas tienen un papel fundamental en la progresión y metástasis del cáncer, contribuyendo a la heterogeneidad tumoral y a la resistencia a los tratamientos. Los factores de transcripción OCT4, SOX2 y NANOG forman un circuito regulador esencial para mantener la pluripotencia. Estos factores no solo mantienen la auto-renovación y pluripotencia, sino que también influyen en otros procesos, como en la transición epitelio-mesenquimal, permitiendo a las células cancerosas adaptarse y sobrevivir en condiciones variadas.

Basándonos en modelos previos, implementamos modelos matemáticos basados en ecuaciones diferenciales ordinarias de las redes reguladoras génicas de transición epitelio-mesenquimal y pluripotencia. Analizamos la dinámica de estos circuitos por separado y exploramos la implementación de la regulación transcripcional y postranscripcional. Finalmente, combinamos los módulos de la transición epitelio-mesenquimal y pluripotencia en un único circuito. Nuestro modelo matemático integra la dinámica del circuito OCT4, SOX2 y NANOG con los módulos miR-34/SNAIL y miR-200/ZEB. Este modelo integrado proporciona un marco para desentrañar la relación entre la pluripotencia y la transición epitelio-mesenquimal.

072. Exclusion statistics for structured particles with topologically correlated states. I. Single species lattice gases.

Riccardo J. J.¹, Ramirez-pastor A. J.¹, Riccardo J. L.¹, Pasinetti P. M.¹

¹ Instituto de Física Aplicada (INFAP), Universidad Nacional de San Luis (UNSL), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

En este trabajo se desarrolló una descripción termodinámica estadística de partículas que poseen un conjunto de estados espacialmente correlacionados con exclusión estadística. Se presenta una aproximación general para la densidad de estados basada en un ansatz de conteo de estados, que tiene en cuenta los fenómenos estadísticos de exclusión múltiple como consecuencia de las correlaciones espaciales de los estados. La estadística de exclusión múltiple se caracteriza por una constante de correlación de exclusión g_c , la cual mostramos se puede determinar de manera consistente dentro del formalismo a partir de los límites termodinámicos adecuados. La forma analítica de g_c se definió en términos de la Función de Lambert basada en la geometría de partículas/rejilla. Se obtuvo una distribución estadística generalizada que se reduce a la estadística de Haldane y a la distribución de Wu en el caso límite de partículas en un conjunto de estados espacialmente no correlacionados. Se aplicó el formalismo al problema de varillas rígidas (k -meros) en red cuadrada. A partir de la dependencia de la densidad de entropía de las fases isotrópica (I) y nemática orientada completa (N), la aproximación desarrollada permitió predecir dos transiciones: $I \rightarrow N$ y $N \rightarrow I$ en alto cubrimiento (desordenada), aplicable solo para $k \geq 7$, con la entropía en saturación coincidiendo con el valor conocido de simulaciones de Monte Carlo (MC). Se determinaron las coberturas críticas de ambas transiciones para $k = 7$ a $k = 20$ en la primera y segunda orden de aproximaciones, obteniendo un acuerdo cualitativo y cuantitativo con los resultados de simulaciones MC. Se introdujeron y definieron las funciones de frecuencia de exclusión de estados, $e(n)$, y de exclusión promedio, $\mathcal{G}(n)$, en términos del potencial químico para proporcionar una caracterización termodinámica de la evolución de la exclusión de estados con la densidad. Se presentan los resultados para potencial químico y la exclusión de estados para gases ideales de k -meros, cuadrados y rectángulos en red cuadrada. Se compararon los analíticos con simulaciones de Monte Carlo.

073. Enfermedades infecciosas emergentes y el rol de la vía de contagio indirecto: umbrales y bifurcaciones

González Tomás^{1 2}, Laguna Fabiana^{1 3}, Abramson Guillermo^{4 1 3}

¹ Centro Atómico Bariloche (CAB), División Física Estadística e Interdisciplinaria

² Universidad Nacional del Comahue (UNComa)

³ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

⁴ Instituto Balseiro (IB)

Las enfermedades infecciosas emergentes constituyen una fuerte amenaza para la conservación de la fauna silvestre, generando aumentos en las tasas naturales de mortalidad y llegando a provocar la extinción local de especies nativas. Tal es el caso de la sarna sarcóptica, la cual recientemente ha inducido un fuerte declive en las poblaciones autóctonas

de camélidos silvestres en el Noroeste argentino. En este trabajo presentamos un modelo matemático para investigar el papel de la transmisión indirecta en la propagación de enfermedades infecciosas, utilizando el ejemplo ilustrativo de la sarna sarcóptica como caso de estudio. Esta enfermedad puede transmitirse a través del contacto directo entre un huésped infectado y uno susceptible, o indirectamente cuando los posibles huéspedes encuentran ácaros y larvas infecciosas depositados en el ambiente, comúnmente conocidos como fómites. Nuestro enfoque se centra en explorar el potencial de estos reservorios infecciosos como desencadenantes de eventos de infección. El modelo incorpora la transmisión indirecta a través de fómites, a un campo medio compartimental [1]. Identificamos diversas dinámicas a las que el sistema puede entrar, controladas por diferentes niveles de transmisión directa e indirecta. Entre estas, encontramos un nuevo régimen donde la enfermedad puede emerger y persistir en el tiempo únicamente a través de fómites, sin la necesidad de transmisión directa. Esta posibilidad revela una vía evolutiva que podría permitir al parásito mejorar su adaptación más allá de la coevolución con el huésped. También definimos un umbral epidemiológico basado en un número reproductivo efectivo, que nos permite predecir las condiciones para la persistencia de la enfermedad. Nuestro modelo permite, finalmente, evaluar la efectividad potencial de diversas medidas de intervención contra la enfermedad al incorporar una característica observada en sistemas reales. Esperamos que esto contribuya a una mejor comprensión de los brotes de enfermedades infecciosas.

[1] TI Gonzalez, MF Laguna, G Abramson. A mean field analysis of the role of indirect transmission in emergent infection events. *Physica A* 648, 129933 (2024).

074. Estudio paramétrico de la dinámica de modelos sencillos de la actividad cerebral a gran escala

Di Domenico Gianfranco¹, Hidalgo Malena L.², Chialvo Dante R.^{2 4 3}, Martín Daniel A.^{2 4 3}

¹ Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMDP), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN), Departamento de Física

² Universidad Nacional de Gral. San Martín (UNSAM), Escuela de Ciencia y Tecnología (ECyT)

³ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

⁴ Universidad Nacional de Gral. San Martín (UNSAM), Instituto de Ciencias Físicas (ICIFI), Centro de Estudios Multidisciplinarios en Sistemas Complejos y Ciencias del Cerebro (CEMSC3)

Diferentes proyectos colaborativos internacionales (ver, por ejemplo *the virtual brain* [1], buscan modelar las características fundamentales del cerebro de distintos individuos a partir del modelado numérico detallado de sus propiedades. Inspirados en estas propuestas, estudiamos simulaciones numéricas de un modelo sencillo [2] sobre la red de conexiones estructurales de regiones corticales y sub-corticales de baja resolución, pertenecientes a pacientes sanos (controles) y pacientes esquizofrénicos [3]. Consideramos distintos procesamientos del conectoma y su dinámica, como analizar exclusivamente regiones corticales, o realizar una normalización inspirada en reglas de *plasticidad homeostática* [4]. El uso de un modelo numérico simplificado no predice el comportamiento detallado del cerebro a escala microscópica, sin embargo el mismo permite estudiar al sistema libre de perturbaciones externas, durante períodos de tiempo arbitrariamente largos, y, más importante aún, bajo condiciones donde el cerebro real no podría ser observado. En esta presentación describimos la dinámica emergente usando herramientas típicas de mecánica estadística tales como el análisis de correlaciones espaciales y temporales o herramientas de percolación, así como con medidas de entropía de la información y técnicas de análisis de señales, entre otras. Los resultados obtenidos al comparar las poblaciones, usando herramientas de *entropía de la información* permiten identificar regiones cerebrales donde algunos conectomas pertenecientes a los pacientes esquizofrénicos tienen un comportamiento diferente a los controles. Estos resultados son consistentes con el *análisis de componentes principales*. Por último, comparamos la capacidad de clasificar pacientes (como controles o esquizofrénicos) con otras propuestas previas (incluyendo, por ejemplo, el SVM [5]).

Palabras Clave: Modelado numérico, cerebro, esquizofrenia, correlaciones espaciales y temporales, percolación, entropía de la información, análisis de componentes principales, información integrada

[1] M. Schirner *et al.*, [2] A. Haimovici, E. Tagliazucchi, P. Balenzuela, y D. R. Chialvo, *Phys. Rev. Lett.*, 110(17):178101 (2013). [3] L. Gutiérrez-Gómez *et al.*, *Neurolm.: Clin.* 27, 102316 (2020). [4] R. P. Rocha, L. Koçillari, S. Suweis, M. Corbetta y A. Maritan, *Sci. Rep.*, 8, 15682 (2018). [5] C. Cortes y V. Vapnik, *Machine Learning*, 20, 273-297 (1995).

075. Scaling de tiempo finito de bifurcaciones en mapas

Martín Daniel Alejandro¹, Camargo Sabrina¹, Chialvo Dante¹

¹ Instituto de Ciencias Físicas (ICIFI), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Universidad Nacional de Gral. San Martín (UNSAM), Centro de Estudios Multidisciplinarios en Sistemas Complejos y Ciencias del Cerebro (CEMSC3)

El *escaleo de tiempo finito* [1] permite estudiar la dinámica de ciertos mapas (es decir, ecuaciones en diferencias) alrededor de una bifurcación, de manera similar a lo que ocurre con el *escaleo de tamaño finito* en un sistema extendido alrededor de una transición de fase. Esta estrategia puede ser aplicada al estudio de las bifurcaciones en mapas unidimensionales, donde 2 puntos fijos intercambian su estabilidad. En ese caso, permite colapsar los resultados para distintos números

de iteraciones y distintos valores del parámetro de bifurcación, proveyendo una descripción del tiempo característico para acercarse a la solución atractora, y una descripción para la distancia a un punto fijo. Los mismos resultados pueden extenderse también a ecuaciones diferenciales ordinarias [2]. En esta presentación, extendemos el *escaleo de tiempo finito* a soluciones que oscilan en el tiempo. En particular, estudiamos bifurcaciones entre un punto fijo y una órbita de período 2 en casos unidimensionales, y entre un punto fijo y una órbita periódica en casos bidimensionales. Para el caso unidimensional, estudiamos la segunda bifurcación del mapa logístico y la versión 1D del mapa de Chialvo [3]. Para el caso bidimensional, mostramos resultados para mapas sencillos. Encontramos una generalización de las propiedades del trabajo original a estos sistemas.

Palabras clave: Mapas, Bifurcaciones, Puntos Fijos, Escaleo.

[1] A. Corral, J Sardanyés y L. Alsedà, *Sci. Rep.*, 8:11783 (2018). [2] A. Corral, *ArXiv*, 2405:19947 (2024). [3] D. R. Chialvo *Chaos, Solitons & Fractals*, 3, 461-479 (1995).

076. Analogía electromecánica de los péndulos de Barton mediante circuitos acoplados

Damiani G G¹, Melfi A¹

¹ Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura (FCEIA), Universidad Nacional de Rosario (UNR)

Las analogías electromecánicas son comparaciones entre sistemas eléctricos y mecánicos que permiten usar las leyes y conceptos de uno para comprender el otro. Inicialmente estas analogías se desarrollaban con el propósito de simplificar el estudio y el diseño de sistemas eléctricos, sin embargo, con el paso del tiempo y la evolución en el entendimiento de los fenómenos eléctricos, también fue posible desarrollar analogías para estudiar de mejor manera sistemas mecánicos, permitiendo transferir conocimientos y técnicas de análisis de un campo al otro, facilitando el estudio de sistemas complejos.

En este trabajo se estudió un sistema de circuitos acoplados como analogía electromecánica de los péndulos de Barton. Considerando ciertas características propias de los péndulos de Barton, se confeccionó un conjunto de seis osciladores electromagnéticos, circuitos RLC, que presentaran estos mismos comportamientos, estableciendo finalmente una analogía clara y adecuada entre ambos sistemas físicos.

ÍNDICE ONOMÁSTICO

- | | | | |
|----------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|--------------------------------------|
| Campenni V , 15 | Alonso R E, 199 | Avilés Félix L, 197 | Bercoff P G, 186, 187, 196, 227 |
| Abaca F M, 79, 80, 123, 203 | Alustiza D H, 152 | Ayala T R, 106, 107 | Berli C L A, 116 |
| Abadía N, 152 | Alustiza F, 42, 96 | Azéma E, 61 | Bermúdez Prieto E, 217 |
| Abbas M J, 222 | Alvarez Y, 146 | Bab M A, 209 | Bernacker C I, 196 |
| Abdala Álvarez A M, 167 | Alvez J N, 82, 135 | Baigorria, J B, 181 | Bertolotto J A, 91, 179 |
| Abellan N, 225 | Alvez N J, 244 | Bajoni D, 69, 157 | Bertone M, 191 |
| Abramson G, 248 | Amadio M E, 64 | Baldor S, 59 | Bertoni A I, 35 |
| Abrile M G, 213 | Amador A, 206 | Balmaceda L, 79, 130 | Bilen M, 172 |
| Acevedo A D C, 208 | Amaya-roncancio S, 196 | Balparado C, 113 | Bilos J, 51 |
| Acha C, 240 | Amigo N, 26, 236 | Balparado C G, 114 | Binda L, 121 |
| Achaval P I, 131 | Analiz Montes A O, 130 | Balsamo T, 90 | Binet M V, 133 |
| Achetoni M, 176 | Andrini L, 205, 246 | Balty F, 59 | Bistel R, 244 |
| Achával P I, 132 | Andrés A, 113 | Banchio A J, 58 | Blanco L J, 151 |
| Acito Pino J, 104, 168 | Anello C D, 229 | Barberis L, 241 | Boarini M, 217 |
| Acosta A, 57 | Angaut G, 241 | Barbieri P A, 167 | Boeris V, 59 |
| Acosta Coden D S, 185 | Aragón Rodríguez A P, 79, 80, 222 | Barlari M, 26, 103 | Boette A, 85, 139 |
| Acosta L, 200 | Aramburu V, 225 | Barone E, 77 | Boggiano H D, 73, 154 |
| Acosta R H, 44, 137, 168, 173 | Arana M, 187 | Barral M A, 30, 228 | Bogner A, 93 |
| Agoff E, 211 | Arancibia L M, 35 | Barrangú J P, 142 | Bonader Z N, 130 |
| Agote A, 242 | Arapayu J A, 153 | Barreiro L S, 47, 112 | Bonaparte J, 148 |
| Aguirre H, 232 | Araújo M, 84, 140 | Barroso V C, 94 | Bonetto F, 89, 188, 229 |
| Aguirre M A, 49, 117 | Arbó D G, 26, 103 | Baruj A, 223 | Bonetto M, 69, 145, 156 |
| Aguirre M D C, 185, 187 | Arce M, 187 | Battaglia L, 119 | Bongiovanni B, 99 |
| Aguirre Varela G G, 131, 132 | Arcodía M, 128 | Battiston L, 171, 178 | Bonifazi C, 46, 47, 111, 112, 128 |
| Agón C, 124 | Arcuschin Moreno N, 56, 182 | Bavaro E F, 76 | Bonilla Neira J D, 148 |
| Agüero M, 152 | Aresi A, 57 | Bazano F, 122, 129 | Bonin C, 89, 90 |
| Ahumada Acuña G I, 124 | Argañaras E, 96 | Bazarra D A, 226 | Bonoli S F, 219 |
| Alaniz G A, 42, 96 | Arguello E, 96 | Bechthold P, 192, 231 | Bonzi E, 99, 104, 112, 166, 230 |
| Alcoba D R, 25, 106– 108 | Arias M M, 148 | Bejarano C, 124 | Bordakevich S, 160 |
| Alet A I, 57, 93 | Arias R, 122 | Bekeris V, 29 | Borgatello G, 134 |
| Alexander P, 79 | Arizmendi C M, 142 | Belardinelli R, 210 | Borghi M, 69, 157 |
| Aligia A, 29 | Arneodo Larochette P, 227 | Bello B M, 226 | Borioni J L, 55 |
| Aljarrat N, 59 | Arrieta C, 152 | Bellomo G, 86 | Borrazás C, 238 |
| Almeira J, 207 | Arriondo R N, 119 | Bellora M, 237 | Borrell T, 207 |
| Almeira N, 43, 176 | Asorey C N, 186 | Beltrami L, 93 | Boschan A, 49, 117 |
| Almela A, 148 | Aubin T, 71, 158 | Bencharski C, 105 | Bosyk G M, 86, 136, 146 |
| Alonso J A, 193 | Aucar G A, 110 | Bendersky A D, 146 | Botti A, 46, 47, 111, 112, 128 |
| Alonso Lemos M, 166 | Aucar J J, 109 | Benegas F, 224 | Bougeard D, 225 |
| | Aurelio G, 17, 189 | Benegas J, 23 | Bourdieu J, 152 |
| | Aurelién C, 193 | Benitez A N, 89 | Bracamonte M V, 178 |
| | Avalle L B, 196 | Benito J G, 48, 51 | |
| | Aversa M, 73, 154, 238 | Benjamin S, 201 | |
| | | Benítez A N, 90 | |
| | | Bercoff P, 13 | |

- Bragas A V, 73, 154, 201
 Bridoux G, 224, 227
 Brigante A, 213
 Bringa E, 26, 236
 Bringa E M, 36, 66, 165, 233, 234
 Brizuela H G, 227
 Brizuela J, 178
 Brugevin L, 144
 Bruno L, 56, 213, 214
 Bruno O, 71, 158
 Bruno P, 86
 Bruvera I, 186
 Bruvera I J, 36
 Bruña C, 152
 Budini N, 118, 159
 Buitrago P, 229
 Bujjamer J M, 150
 Buljubasich L, 137
 Bulnes F M, 245
 Buono P, 23, 244
 Bussandri D, 86
 Bustingorry S, 188
 Busto T, 159
 Bustos-marín R A, 30, 191, 194
 Butera A, 197
 Bálsamo T A, 89
- Cabeza G F, 33, 164, 177, 190, 191, 230
 Cabral L, 155
 Cabrera A F, 224
 Cabrera M, 96
 Cabrera Morrone O, 43, 176
 Cagnina L C, 63
 Calisaya C D, 227
 Callegaro C, 53
 Calosso A, 217
 Calvo H L, 138, 191, 232
 Camacho A, 201
 Camargo S, 249
 Cammarata F, 128
 Campo J, 188
 Campo M G, 179, 180
 Campos V D V, 28, 104
 Cannas S A, 207
 Canosa N, 85, 138, 139, 195
 Cantargi F, 183
 Capeluto M G, 159
 Capoulat M E, 40
 Cappellari P S, 109
 Cappelletti M, 228
 Caram J, 32
 Carbonell P, 90
 Cardillo E, 230
 Caridi I, 63
- Carlomagno I, 105
 Carlucci R, 93
 Carnaghi T, 60
 Carreras H A, 133
 Carrizo L, 169
 Carrizo Zakian M, 243
 Cartellone F A, 233
 Carusela F, 120
 Cases A, 104
 Casini H, 124
 Castellano G, 107
 Castelletti G, 51
 Castellini Grand P, 76
 Castellini H, 57
 Castillo Menegotto F, 29, 224
 Catania C A, 233
 Catorano E V, 89, 90
 Cattaneo J S, 186
 Cattaneo M, 226
 Cely O. I, 215
 Centres P M, 208, 245
 Ceolin M, 216
 Ceppi S, 27, 108
 Ceppi S A, 236
 Cerato J I, 66
 Ceriani M F, 72, 155
 Charó G D, 67
 Chattah A K, 82, 137
 Chaturvedi A, 84, 140
 Chej L, 120
 Chialvo D, 249
 Chialvo D R, 207, 249
 Chucchucan Gonzalez S L, 198
 Ciach A, 57
 Cianciulli A, 135, 136
 Ciccarella T A, 91, 175
 Cicchini T, 63
 Cincunegui Lupi V, 49, 116
 Claros J, 77
 Clará R A, 28
 Clemente G, 205, 246
 Clementi L A, 213
 Cobelli P, 56, 117, 182
 Cobelli P J, 49, 50, 116
 Cobos D B, 98, 99
 Codnia J, 152
 Cohen Arazi E I, 156
 Colombo Jofré M T, 110
 Comedi D, 30, 37, 201, 226, 233, 238
 Cometto F P, 42, 96, 186
 Conconi S, 189
 Conda Sheridan M, 214
 Condado F, 58
 Contureyuzón Colomes N, 206
- Cormick C, 69, 145, 156
 Cornet M, 201
 Cornette V, 174, 203, 242
 Corral G M, 91, 179, 180
 Corrales F, 104
 Corregidor D, 100
 Corti H, 200, 237
 Cortés I, 246
 Corvalan D A, 108
 Costilla L R A, 153
 Cremades H, 79, 130
 Crespo E A, 165, 177
 Cristoffolete M A, 53
 Cruz Zaragoza E, 41
 Cuello A E, 181
 Cuello Larregle S, 221
 Céspedes P, 145
 Córdoba F M, 43, 172
- D'angelo C, 132
 D'attilio L, 99
 D'huys E, 130
 D'onofrio A, 120
 Da Costa B G, 135
 Da Rold L, 75
 Dadgar A, 31
 Damiani G G, 250
 Daniel D, 144
 Daniel H, 113
 Danussi M, 47, 112
 Dardanelli L S, 80
 De Biasi E, 223
 De Haro Barbas B, 79
 De Haro Barbas B F, 131
 De La Torre A, 79
 De Pedro F, 238
 De Rossi M C, 56, 213
 De Sanctis M L, 103
 De Virgiliis A, 57
 Defant J, 73, 154
 Deghi S E, 30, 194
 Degiorgio M, 93
 Del Campo L, 193
 Del Pópulo M, 219
 Del Pópulo M G, 55
 Delahaye E A, 234
 Delgado Mons R, 174
 Dell' Aringa F G, 127
 Dell'erba M, 242
 Dell'oro Sansoni V, 241
 Della Rosa C, 57
 Della Salda R, 172
 Delorenzi T, 91, 180
 Deluigi O, 26
 Deluigi O R, 36, 66, 233, 234
 Demo A, 107
 Denk N, 190
- Depaoli E, 46, 47, 111, 112
 Derudder A C, 97
 Detarsio G, 57
 Devia C R, 94
 Di Bárbaro E M, 208
 Di Domenico G, 249
 Di Donato A, 31
 Di Lorenzo L, 79, 130
 Di Luozzo N, 171
 Di Napoli S, 30, 228
 Di Napoli T, 150
 Di Pierro V, 122
 Di Prinzio C L, 131, 132
 Di Rino F, 39
 Di Rocco A, 41
 Di Sarli L, 180
 Di Tullio L, 57
 Diab M, 99
 Diambra L, 247
 Diaz Marull P, 173
 Diaz N, 139
 Dilewski F G, 173
 Diosquez Adad M A, 91
 Dirazar T, 167
 Dmitruk P, 117
 Dolz M I, 94, 196, 213
 Domato F, 209
 Domené E A, 44, 168
 Dominguez D, 118, 146
 Dominguez F, 242
 Dominguez Feldman J I, 168
 Dominguez T, 125
 Domínguez D O, 153
 Domínguez M, 138, 144
 Donadelli J A, 44, 168
 Donaire F Y, 233
 Donaire Pereyra F Y, 43, 172, 222
 Dorado Otero D I, 234
 Dos Santos G, 233
 Dos Santos G J, 234
 Drazer G, 120
 Drelewicz M, 200
 Drelewicz S, 200
 Durantini J, 217
 Durán T, 131
 Dávila M V, 246
 Díaz A, 99
 Díaz C A, 94
 Díaz De Rosa V L, 199
 Díaz Dávila L, 112
 Díaz Torres F M, 180
 Díaz W O, 44, 176
- Elía J P, 143
 Elías A G, 80, 81, 131, 133
 Elías A G, 79
 Engelmann M, 89, 90
 Ermann L, 63, 64

Eroles F M, 186
 Errico L A, 194, 197, 198
 Escobar Quiroz J F, 115, 119
 Escobares M K, 80
 Escudero Bruna E A, 196
 Eskinazi F, 152
 Esquivel M, 221
 Esteves M, 33
 Estrada L, 71, 151, 158
 Etchepareborda P, 45, 165
 Ezequiel D B, 113

 Faccio R, 33
 Fainsod G, 226
 Falcioni S, 120
 Famá L, 60, 182
 Famá L M, 60
 Fantini D, 168
 Farkas M, 84, 140
 Fernandez Alcazar L J, 158
 Fernandez Casafuz A, 213
 Fernandez F E, 49, 117
 Fernandez J, 75
 Fernandez L, 42, 96
 Fernández Alcazar L J, 151
 Fernández Alcázar L J, 150
 Fernández Arhex V, 64
 Fernández Casafuz A, 56
 Fernández L, 181
 Fernández L J, 153
 Fernández V, 135
 Fernández V I, 197
 Fernández Y, 40
 Fernández-werner L, 33
 Ferraro R, 124, 128
 Ferreyra F L, 208
 Ferreyra J M, 227
 Ferreyra M V, 61, 169, 179
 Ferreyro L, 122, 129
 Ferreyro L P, 91, 175
 Ferrini M A, 156
 Ferron A, 140, 185
 Fiasconaro M L, 213
 Figueroa L, 89, 90
 Fiora M, 58
 Fiora M M, 214
 Fisanotti A, 99
 Fischetti N, 19
 Flores Cenoz I, 127
 Flores E, 233
 Flores L, 200
 Flores Medrano A, 132

Foa Torres L E F, 32
 Fojón O A, 103
 Folgueira Serrao M M, 72, 155
 Fondevila D, 124
 Fonrouge Kotik S F, 55
 Fonrouge S, 219
 Fontana M, 171
 Fontana M R, 193, 232
 Fornaro O, 132, 198
 Foss G, 100
 Fourneau E, 59
 Francisquez S, 238
 Franco D G, 223
 Franzoni M B, 44, 168
 Frechero M, 230
 Frechero M A, 163, 216
 Freitas J N, 242
 Freytes M, 120
 Frigini E N, 210
 Fuente S A, 33, 164, 177
 Fuster A, 122, 129
 Fuster A E, 91, 175

 Gaggioli E, 71, 158
 Gainza Martin. J, 193
 Galassi M, 57
 Galli M, 69, 157
 Gallo E, 77
 Galvan V, 171, 178
 Gamero S L, 179
 Ganduglia Pirovano V, 30
 Gangoso Z, 23
 Garcia C, 232
 Garcia M, 122, 129
 Garcias Y, 134
 García E, 169, 188, 229
 García F J, 76
 García N A, 53
 García Redondo M E, 175
 García Reondo M E, 91
 García Vidable G, 236
 Gargiulo J, 71, 72, 149, 155, 157
 Garro Linck Y, 44, 168, 173
 Garros A, 239
 Gasnier A, 227
 Gatto M, 100
 Gayol A, 101
 Gennari F, 227
 Gerez L N, 131, 132
 Gervaldo M, 217
 Gharat S H, 218
 Gigena N, 84, 136, 140
 Gil Rebaza A V, 34, 194, 228
 Gimenez M C, 196, 230, 245

Gimmi F, 171
 Giordano L, 246
 Giovannetti F M, 244
 Giribet G, 123
 Giudici P, 31, 199, 222, 226
 Gliosca S M, 71, 149
 Gojman D, 229
 Golmar F, 193
 Gomba J M, 115, 119
 Gomez Avila J, 166
 Gomez I S, 135
 Goncalves M, 151
 Gonzalez Acosta G, 137
 Gonzalez Burnet, C M, 181
 Gonzalez-garcia A, 38
 González E R, 112
 González G D, 94
 González J M, 177
 González López E J, 181
 González R, 236
 González T, 248
 González Vandam I, 157
 Gonçalves M, 151
 Gottfierd J, 121
 Goñi A, 14
 Grad G, 99, 104, 112, 230
 Grad G B, 166
 Gramlich M, 196
 Granada M, 197
 Granado M, 65, 247
 Gravielle M S, 26
 Grecco H E, 150
 Grigera T S, 207
 Grinblat G, 73, 154, 201, 238
 Grizzi O, 223
 Grondona D, 115
 Grosso M M, 133
 Guglielmucci Nazar F, 160
 Guisoni N, 64, 247
 Gutiérrez L, 73, 154
 Guzman-arellano R M, 38
 Gómez A. V A, 226
 Gómez Albarracín F A, 221, 233
 Gómez Andrade V A, 32, 222
 Gómez Arriaran I, 121
 Gómez B, 24
 Gómez Carrillo C, 188, 229
 Gómez J E, 197
 Gómez M R, 208
 Gómez Marigliano A C,

28, 43, 44, 104, 172, 176
 Gómez Paccapelo J M, 61
 Gómez S S, 141, 146
 Gómez V I, 116
 Gómez Ávila J, 99

 Haberkorn N, 189
 Halac S, 112
 Hampel M R, 127
 Hansen P, 17
 Hansen P M, 76
 Hartzstein S D, 182
 Heredia D, 217
 Heredia D A, 181
 Hernandez R, 13
 Hernandez-nieves A D, 38, 230
 Hernando I P, 49, 116
 Herrera F, 200, 237
 Hicks C, 224
 Hidalgo M L, 249
 Holik F, 85, 142, 145
 Holik F H, 144
 Hoyuelos M, 66
 Huhtinen H, 240
 Höfling S, 38

 Ibarlucea F G, 89, 90
 Idriss H, 30
 Iguain J L, 216
 Imhoff M, 99
 Ipiña A, 99, 180
 Ippolito I, 51, 120, 121
 Irazabal X V, 91
 Iroulart E A, 221
 Issolio L, 100
 Iturriza Ramírez J, 128

 Jagla E A, 166, 196
 Jan E, 174
 Janyistabro C, 235
 Jesus F, 113
 Jiménez Gandica A, 33
 Jofré Á I B, 92
 Jorge G, 113
 Juan A, 247
 Juan J, 192, 231
 Juantorena R, 31
 Juarez A E, 120
 Juarez A R, 226
 Juarez Ferriol M J, 133
 Juarez G A, 204, 222

 Kai H, 237
 Kempf R, 229
 Kettmayer C, 151
 Khelladi L, 26
 Klembt S, 38
 Kler P A, 119
 Knoll L T, 73, 154
 Konig P, 90

Kottos T, 150, 158
 Kovalsky M, 152
 Kowalski A, 137
 Kozameh C, 126
 Kreiner A, 40
 Kristukat C, 31
 Kropff E, 208, 209, 241
 Kuffer M, 100
 Kuhl U, 150
 Künstler G, 51

Lacomí H, 43, 175
 Lafuente D, 200, 237
 Laguna F, 64, 246, 248
 Lahiton M E G, 94
 Lain L, 25, 106–108
 Laliena V, 188
 Lamas C A, 130, 197
 Lamberti P W, 142
 Landoni J, 56
 Lanoël L, 223
 Larotonda M, 152
 Larotonda M A, 73, 154
 Laspiur M R, 118
 Latorre M E, 190
 Lauxmann C, 233
 Lauxmann Granillo M, 203
 Lavado C, 39
 Lavizzari M, 190
 Lavorato M, 43, 163, 175
 Lazcano Colodrero D A, 163
 Leani J J, 105
 Ledesma M M, 204
 Ledesma S, 159, 160
 Legnazzi L, 82, 143
 Legnazzi N, 192
 Leguizamón G N, 204, 208
 Lester M, 41
 Leston M, 123
 Letellier C, 67
 Levi V, 213
 Levy P, 223
 León Jaramillo J C, 217
 Liaudat A C, 42, 96
 Limandri S, 34, 107, 171, 178
 Linares J C, 94
 Link T J, 45, 165
 Lionello D, 237
 Liscidini M, 69, 157
 Liying L, 224
 Llamedo Soria M, 205, 246
 Llois A M, 30, 228
 Llorca I, 159
 Llovera R, 183
 Lo Gatto T A, 246
 Lobos A M, 35

Lodeiro A, 55
 Lomoc F, 85, 139
 Londero C M, 93
 Longone P J, 207, 246
 Lopez Larregina G, 91
 Lopez R, 174
 Losada M, 136, 142, 144
 Lovato M E, 213
 Lozano G S, 29
 Lozano Negro F S, 137
 Lozano Salica G A, 91
 Lozano-negro F S, 82
 Lucero A P, 92
 Lucero Manzano A M, 223
 Lucía Soledad R, 245
 Luda M, 69, 156
 Luna C R, 89
 Luna N, 96
 Luna R, 94, 192, 231
 Lupi Casale C L, 210
 Luque G L, 236
 Lurgo F E, 34
 Lóio S, 99
 López F, 130
 López Maggi P, 128
 López Porto C, 199
 López R, 242
 López S D, 103, 159, 167
 López Tavares D, 23
 López-padilla G, 99

Machado N, 53
 Machado R, 39
 Macor L, 217
 Macuada Alvarado J, 56
 Madrid M A, 179
 Magnoni A G, 73, 154
 Majtey A, 85, 139, 145
 Makinistian L, 213
 Makinistian, L, 181
 Malachevsky M T, 221
 Malaspina F, 69, 157
 Maldonado A F, 109
 Maltese P, 96
 Mandal S, 138
 Manley S, 56
 Mansilla R A, 115, 119
 Manzi S J, 208
 Manzo L, 77
 Marcazzó J, 40, 41
 Marchesano L, 172
 Marchiori G, 105
 Marchisio A, 85, 139
 Marconi V I, 54, 215
 Marcos T, 79
 Marguá E, 105
 Mariano A, 169, 235
 Mariazzi A G, 76

Marín Ramirez O, 201
 Marín-ramírez O, 37, 222, 233
 Marín-ramírez Ó s, 238
 Mariscal M, 109
 Maroniche G A, 167
 Marquez A, 182
 Martín D A, 207, 249
 Martínez C, 118, 208, 209
 Martínez C B, 126
 Martínez C C, 153
 Martínez Garbino P, 182
 Martínez N, 65
 Martínez O E, 155
 Martínez P J, 127
 Martinho H, 53
 Martín M D, 38
 Martín N E, 102
 Martínez A A, 227
 Martínez Garbino P, 56
 Martínez M C, 241
 Martínez M F, 153, 159
 Martínez N, 40
 Martínez P J, 124
 Martínez Pastor J P, 35
 Martínez Ribó M J, 133
 Martínez Ricci M L, 70, 161
 Martínez Valdiviezo J, 152
 Marziali Bermudez M, 224
 Marzik G, 40
 María Angélica C, 113
 María José S, 144
 Mascareño S L, 204
 Masiero D, 44, 168
 Massa E, 99
 Massa N E, 193
 Massaccesi G E, 25, 106–108
 Massé Palermo M L, 167
 Mateo F, 99
 Matera J M, 135, 139, 197
 Mauri L, 237
 Mauriño M, 227
 Mayo F, 83, 140, 141
 Mayo G A, 190
 Mayorga Quarín S, 236
 Maza Ozcoidi D M, 14
 Mazaira L, 117
 Mazzitello K, 142
 Mazzone F D, 67
 Medina A D, 75
 Medina F A, 208
 Medina J E, 36
 Mehring E L, 191

Meier L A, 164, 177
 Melfi A, 180, 250
 Melgarejo A, 55
 Melo D G, 76
 Melo J I, 109
 Melo Quintero J J, 197
 Melon Fuksman D, 43, 176
 Melone M, 221
 Mendez A, 15, 25
 Mendicino L R, 71, 149
 Meneses Ancalle G M, 146
 Meneses F, 186, 196
 Mercado D F, 180
 Merói F, 136
 Meyra A G, 57
 Meza L M, 49, 117
 Miceli F, 65, 247
 Micheletti M I, 133
 Mieras M M, 176
 Mierla M, 130
 Milano J, 229
 Mileo N I, 75
 Mina Villareal C, 72, 149
 Mina Villarreal C, 157
 Mindlin G B, 244
 Minelli V, 105
 Mineo M, 152
 Minetti M, 93
 Minsky D, 40
 Minnini P, 29
 Miranda C D, 195
 Mirenda M, 222
 Missoni L L, 54, 70, 161, 219
 Mitnik D, 25, 26
 Mizrahi M, 167
 Mizrahi Rodi M F, 127
 Miño G L, 59
 Miño Valdés J E, 164
 Mocciaro A, 189
 Moffatt L, 65
 Mogensen G A, 223
 Mogni L, 221
 Molina N A, 222
 Molina P, 40
 Monaldi A C, 153, 159
 Monastra A, 120, 213, 214
 Montanari C, 25
 Montani F, 65, 247
 Montenegro L, 200
 Montenegro L M, 237
 Montero J, 218
 Montes M L, 199
 Monti G A, 44, 168
 Mora Barzaga G, 66
 Moragues L S, 140
 Morales J, 73, 154

- Morales Respall L M, 148
 Morando C, 132, 198
 Morel J A, 208
 Morgade C I N, 33, 164, 177
 Moroni F, 69, 157
 Morosini A F, 80
 Morzan E, 200
 Moschini G, 57
 Moscoso L. O, 215
 Mosto C, 67
 Mudarra Navarro A M, 34, 197, 198
 Mugetti P D, 98, 99
 Muller M, 216
 Mundel L E, 209
 Murgia M P, 140
 Murgida G, 30
 Mussi M, 99
 Muñiz A B, 91
 Muñoz J C, 90
 Muñoz Momburu J P, 90
 Méndez M, 83, 137
 Mérida E F, 159
 Müller N A, 148
- Nannini A, 173
 Narambuena C, 59
 Narro Arias H K, 194
 Navarro Benavides T F, 195
 Navarro Febre T, 169
 Navarro S, 204
 Nellen L, 76
 Neyra Astudillo M, 229
 Nieto F, 113
 Nieva G, 223
 Nieves-chinchilla T, 79
 Noguera Carlos B, 232
 Notonica M, 76
 Novacovsky L, 50
 Novara I, 24
 Nuñez Barreto N, 69, 143, 156
 Nuñez Barreto N A, 145
- Ocello M L, 103
 Oger L, 120
 Olguín O R, 98
 Olguín O R, 99
 Oliva M I, 185, 227, 234
 Olivares C, 223
 Orozco M, 201
 Orozco M A, 177
 Ortiz E D V, 130
 Ortiz G P, 70, 161
 Osenda O, 82, 138, 143, 144, 185, 192
 Ospina Galeano J F, 228
- Otero L, 42, 96, 181, 217
 Otero M, 85, 109, 139, 167, 178
 Otero Zappa F, 115
 Ottaviano A, 168
 Ovejero M A, 79, 80, 131, 222
 Oviedo C L, 166
 Oña O B, 25, 106–108
- Pagano P L, 69, 152, 157
 Pais Ospina D, 37, 222, 233
 Pajoni J, 60
 Palacio Fornero M, 215
 Palacios C, 221
 Palacios Y B, 181
 Pancotto L, 152
 Pantano F R, 186
 Panwar E, 84, 140
 Paredes Mellone O, 27
 Parlanti T S, 233
 Pascal S N, 130
 Pasinetti P M, 66, 170, 204, 205, 248
 Pasquini G, 29, 224
 Passanante S, 229, 235
 Passeggi Veaute V, 118
 Pastawski H, 137
 Pastawski H M, 82, 137
 Pastorino C, 18, 58, 183
 Pastoriza H, 166, 171, 225, 240
 Paturi P, 240
 Pavón N, 131
 Paz B N, 226
 Paz G, 108
 Paz N L, 238
 Paz S L, 79, 80
 Paz Zanini V I, 204
 Pedernera D A, 131
 Peillon S, 48
 Peluso D, 235
 Pena Ausar J E, 205
 Penas V, 142
 Pepe Weigel, E C, 181
 Peralta J, 25
 Perassi E M, 232
 Perazzo C A, 115, 119
 Perdomo Arcila R, 132
 Pereyra A J, 72, 149
 Pereyra Aponte F V, 100, 196
 Perez D, 182
 Perez F E, 113, 114
 Perez M D, 222, 226
 Perez Morelo D, 171
 Perez R D, 105
 Perez Sirkin Y, 218
 Perez Sirkin Y A, 219
- Perillo P, 232
 Perillo P M, 170
 Perissinotti P, 211
 Perón Santana S, 82, 143, 144
 Petersen Cruceño, F G, 181
 Petrovich F, 136, 195
 Piccinini P, 235
 Pietrantuono A L, 64
 Pietrella V, 99
 Pilotto C, 241
 Pineau J, 122, 129
 Pinto O A, 204, 205
 Piovano E, 112
 Piva M F, 49, 117
 Piñol G A, 133
 Planes G, 109
 Platino M, 148
 Polcowñuk I, 189
 Poliak M M, 97
 Politis M F, 103
 Ponce B, 120
 Pont F M, 83, 137
 Porasso R, 203
 Porasso R D, 210
 Porini S, 57
 Portesi M, 85, 135, 145, 146
 Prado A, 148, 171
 Prado F D, 239
 Presti D, 172
 Pronsato M E, 247
 Provasi P F, 164
 Pugnaloní L A, 61, 169, 218
 Pujol J M, 85, 145
 Puyol O H, 163
 Páez A, 93
 Pérez Albert A S, 100
 Pérez Lanzillotta J, 46, 111
 Pérez M D, 32
 Pérez Morelo D, 166
 Pérez Morelo D J, 197
 Pérez Nadal G, 242
 Pérez P, 101, 102
 Pérez P A, 41
 Pérez P D, 199, 223
- Quevedo S A, 177
 Quillen A C, 61
 Quintanilla F N, 190, 191
 Quintero M, 235
 Quinteros C, 240
 Quiroga M L, 204
- Rack-helleis J, 160
 Ramirez Pastor A J, 176, 210, 245, 247
- Ramirez R, 135
 Ramirez- Pastor A J, 207
 Ramirez-pastor A J, 248
 Ramos A Y, 151, 158
 Ramos K, 225, 240
 Ramos S B, 165
 Raspa V, 56, 182
 Ravazzoli P, 190
 Raviola L, 24
 Raya M S, 91
 Reboiro M, 84, 135
 Rebón L, 144, 152
 Reimers W G, 89, 94, 192, 231
 Reinaudi L, 196, 245
 Reisner M, 150
 Remolcoy M H, 156
 Rendtorff N, 189
 Renfige Rodriguez M, 217
 Renouf M, 61
 Reparaz V, 144
 Repetto C E, 24
 Requejo F G, 167
 Reviglio A L, 42, 96, 108, 109
 Revora C, 143
 Ribeiro Passos A, 13
 Ribetto F, 82, 143
 Ribetto F D, 138
 Ribó Montenovó C, 101
 Riccardo J J, 248
 Riccardo J L, 248
 Richard A D, 80
 Richard D, 189
 Riego D A, 105
 Ripoll L, 172
 Riquelme B, 57
 Riva J S, 187
 Rivera-julio J, 38, 230
 Rizzotto M, 134
 Rizzotto M G, 98, 99
 Roa L, 198
 Roatta A, 24
 Robina Merlino A, 247
 Rocabert R A, 164
 Rocca J, 193, 232
 Roco F, 26
 Rodrigues D, 46, 47, 111, 112, 128
 Rodriguez C, 96
 Rodriguez D E, 177
 Rodriguez D F, 232
 Rodriguez Gallo J, 151
 Rodriguez J M, 170, 183, 203, 210
 Rodriguez L G, 89, 94
 Rodriguez M, 18
 Rodriguez R D L, 243
 Rodríguez D, 113

Rodríguez D F, 170
 Rodríguez Gallo J, 151
 Rodríguez T, 99, 107
 Rodríguez Torres C E,
 224
 Roht Y L, 51, 120, 121
 Roig A, 55
 Rojas A, 211
 Rojas M I, 186
 Rojas T A, 77
 Roldan T D V, 96
 Romero M, 171, 188,
 229
 Romero M R, 101
 Romero R H, 146
 Romá F, 196
 Roncaglia A, 83, 141
 Roncaglia A J, 140
 Roncaroli F, 237
 Roqueiro N A, 159
 Rosales D H, 233
 Rosales H D, 221
 Rosellini L A, 148
 Rosen Quinteiro G F,
 156
 Rossi Fernández A C,
 164
 Rossi M P, 114
 Rossignoli R, 85, 135,
 136, 138,
 139, 195
 Rouquaud F J, 160
 Rovero A, 118
 Rozas E, 38
 Rozas G, 148, 199
 Ruano M, 113
 Ruda M M, 165
 Ruffeil - Fiori E, 58
 Rus M E, 141
 Ríos E, 107, 108

 Saba L, 197
 Sacanell J, 229
 Sack Aimale J A, 179
 Safadi S N, 67
 Salamone A, 55, 219
 Salari V E, 157
 Salazar Alarcon L, 173
 Salazar Alarcón L, 148
 Salazar G A, 118
 Salazar L, 171, 225
 Salcedo Rodríguez K L,
 224
 Saleta M E, 195
 Salgado A, 63
 Salgado R, 163, 230
 Salinas Domján C, 101
 Saltos Sánchez H B,
 228
 Salum J M, 91, 122,
 129, 175
 Sanchez F, 237

Sanchez Varretti F O,
 176, 216, 245
 Sanchez-varretti F O,
 247
 Sangiorgio J I, 73, 154
 Santiago M, 40, 41
 Santo M, 42, 96
 Santo M R, 181
 Sapia M, 208
 Saracco G P, 209
 Sattler M, 240
 Sbarato V M, 105
 Scala G, 84, 140
 Scarinci I, 101, 102
 Scarinci I E, 41
 Scheeres D J, 61
 Schiaffino R, 143
 Schivazappa F, 57
 Schmidt J, 224
 Schmidt Kaler F, 160
 Schmidt-kaler F, 143
 Schmied P, 123
 Schmiegelow C, 69, 156
 Schmiegelow C T, 71,
 143, 145,
 149, 160
 Schroeder W F, 53
 Schulman A, 240
 Schulz I, 179
 Schulze G, 46, 111
 Sciamarella D, 67
 Sclavo M, 46, 111
 Seijas F, 242
 Senno M, 32
 Senra D, 247
 Sepliarsky M, 39
 Sepúlveda A, 107
 Sequeiros G, 137
 Sergi F, 171
 Serrano S, 64
 Severino R, 29
 Sgromo C, 232
 Shalom D, 243
 Shell G A, 177
 Sierra G, 25
 Sigot V, 59
 Silhanek A V, 59
 Silva G, 125
 Silva G A, 127
 Simonelli H, 200
 Simó L, 72, 155
 Sirena M, 189
 Sironi Nuñez M J, 131
 Sirur Flores A Y, 48
 Sivilotti B, 123
 Smal C, 44, 168
 Socolovsky L, 215
 Socolovsky L M, 193
 Sofo Haro M, 102
 Soldano G, 109
 Solís C, 217

Soprano C M, 209
 Soria E, 105
 Sosa C, 112
 Soto Norambuena L A,
 52
 Spagnotto S L, 80
 Spelzini D, 59
 Stachiotti M, 39
 Steinberg P, 200
 Stewart S J, 224
 Stopp F, 143
 Straube B, 238
 Strohmaier R, 160
 Stutz G, 27
 Stutz G E, 236
 Suarez R, 169
 Suarez R E, 61
 Suarez Ramanzin M B,
 181
 Sued M, 214
 Suntharalingam A, 150
 Suárez D L, 64
 Suárez S, 223
 Syddall K, 244
 Szereszewski J, 115
 Szynekman A, 75
 Sánchez C G, 35
 Sánchez C M, 82, 137
 Sánchez Castillo S, 185
 Sánchez Colina M, 34
 Sánchez H J, 105
 Sánchez M D, 239
 Sánchez M J, 146
 Sánchez P, 61
 Sánchez R D, 34, 195
 Sívori Yedro L, 158

 Tagliazucchi E, 207
 Tagliazucchi M, 14,
 70, 161, 214,
 218, 219
 Tagliazucchi M E, 54
 Talpeanu D, 130
 Tanco S A, 75
 Tassara F, 72, 155
 Tassone A E, 77
 Tau Anzoátegui J, 240
 Taylor M A, 199
 Tell L A, 94
 Tendela L, 180
 Tene Chávez C, 225
 Terny S, 163, 230
 Tielas D, 84, 144
 Tiffenberg J, 46, 47,
 111, 112, 128
 Tinte S, 32
 Tirado M, 30
 Tirao G, 34
 Tobares T D, 176
 Tobia D, 195
 Tognola L E, 77
 Toledo J, 89, 90

Tolley A, 223
 Tolosa M R, 227
 Tomás K G, 61
 Tomás K Z, 99
 Torchia G, 172
 Torchia G A, 152
 Torre A, 25, 106–108
 Torres Astorga R, 134
 Torres Díaz J, 99
 Torres P, 59
 Torres Y M, 239
 Torroba G, 124
 Toscani M, 155
 Tosi L, 144, 225, 240
 Toso J P, 174
 Tramontina D, 26
 Tramontina D R, 234
 Travasset A, 54
 Trejo M, 56, 182
 Trejo Urdaneta M, 237
 Trevisán M, 243
 Tysoe W T, 11

 Upah A, 54
 Urbano Pintos N, 43,
 163, 175
 Urbano Suarez F J, 211
 Urbassek H M, 66
 Ureña M A, 193, 232
 Urrutia I, 58
 Urteaga R, 32, 75, 93,
 116, 118, 119
 Uñac R O, 48

 Val M E, 91, 175
 Valdez L D, 205
 Valdez N J, 96
 Valdez P F, 131, 132
 Valdora M, 214
 Valencia F, 26
 Valente M, 101, 102
 Valente M A, 41
 Valenzuela A D, 43, 172
 Valle F M, 167
 Valle Seijo M F, 133
 Varela M, 46, 111
 Vargas C L, 45, 165
 Vasquez Mansilla M, 98
 Vassallo L, 242
 Vecchio R, 163
 Vega Caro M A, 43,
 172, 203
 Vega L, 99
 Vega N, 238
 Vega N C, 30, 226
 Velasco H, 134
 Velasco M I, 44, 168,
 173
 Velázquez D, 190
 Velázquez Rodríguez D,
 197
 Venosta L, 227

| | | | |
|-------------------------------|-------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|
| Verde M, 143 | Villarreal J, 174 | Woell C, 30 | Zapata L Y, 114 |
| Verdinelli V, 230 | Villarreal N H, 239 | Wölcken L, 73, 154 | Zapata Soñez Altuna L, 126 |
| Vergara J C, 151 | Villegas A, 186 | Yacachury J, 83, 141 | Zenz B, 143 |
| Vergara L A, 234 | Villegas M E, 92 | Ybarra G, 214 | Zerr G, 144 |
| Vergara Quispe I D, 76 | Vilte M, 118 | Yoma N, 131, 132 | Zimicz M G, 239 |
| Verón Lagger F, 189 | Vilte M D S, 153 | Yulin A, 38 | Zossi B, 79, 131 |
| Vicentin E, 93 | Viola A, 69, 157 | Zaidán Z, 243 | Zossi B S, 81 |
| Victoria L A, 79 | Violi I L, 72, 149, 157 | Zaldivar Escola F, 174 | Zossi M, 123 |
| Victoria L M A, 80, 81 | Viña L, 38 | Zaldivar G, 54 | Zurdo A, 214 |
| Vidal R, 229 | Vlatko C, 160 | Zalduendo I, 125 | Zúñiga J A, 34 |
| Vidales A M, 48, 183 | Vogel E E, 11 | Zamora D J, 203 | Álvarez G A, 82, 100, 137 |
| Vieyra R, 23 | Vuilleumier R, 103 | Zamora J D, 123 | Álvarez L, 45, 165 |
| Vildosola V, 30 | Vázquez J P, 44, 176 | Zamora M, 60 | Ávalos M, 180 |
| Villafañe G, 98 | Waehner N, 155 | Zandalazini C I, 185, 227, 234 | Ávila Carrero M Á n, 71, 158 |
| Villafuerte M, 224, 227 | Wagner Boián P F, 150 | Zanini M, 115 | Ávila G I, 222 |
| Villagrán Olivares M C, 48 | Wagner C E M, 75 | Zapata G, 75 | |
| Villamayor J, 174 | Wehner T, 152 | | |
| Villares M, 216 | Weigandt M, 64 | | |