



Tercera Reunión Conjunta
de la
Asociación Física Argentina
y la
Sociedad Uruguaya de Física

110^a Reunión de la
Asociación Física Argentina
y

XIX Encuentro de la
Sociedad Uruguaya de Física

15 al 18 de septiembre de 2025
La Plata, Argentina



Comisión Directiva de la Asociación Física Argentina

Presidente

Omar Osenda

Secretario

Edgardo Bonzi

Tesorera

Mariela Portesi

Vocales

<i>Filial</i>	<i>Titulares</i>	<i>Suplentes</i>
<i>Bariloche</i>	Pablo Cornaglia	Susana Ramos
<i>Buenos Aires</i>	Gustavo Grinblat	Ignacio Urrutia
<i>Córdoba</i>	Hernán Calvo	Rodrigo Ponzio
<i>La Plata</i>	Marcela Taylor	Diego Rosales
<i>San Luis</i>	Paulo Centres	Silvana Spagnotto
<i>Santa Fe</i>	Carlos Repetto	Evelina García
<i>Sur</i>	Juan Pablo Barrangú	Romina Luna
<i>Tucumán</i>	Teresita Roldán	María Cecilia Zapata

Revisores de Cuentas

Arles Gil Rebaza	Nara Guisoni
Lorena Rebon (suplente)	Manuel Carlevaro (suplente)

Comisión Directiva de la Sociedad Uruguaya de Física

Presidenta

Sofía Favre

Vicepresidente

Ricardo Faccio

Secretaria

Lucía Amy

Tesorero

Tomás Urruzola

Vocal

Nicolás Pan

Suplentes Comisión Directiva

Mauricio Rodríguez

Lucía Duarte

Nahuel Barrios

Cecilia Stari

Lorenzo Lenci

Comisión Fiscal

Thomas Gallot (presidente)

Javier Pereyra

Gonzalo de Polsi

Suplentes Comisión Fiscal

Erna Frins

Rodrigo Alonso

Alina Aulet

Comité Organizador

Marcelo Ceolín (*coordinador*)
Flavia Gómez Albarracín (*co-coordinadora*)
Sofía Favre (SUF) (*co-coordinadora*)
Ricardo Faccio (SUF)
Mauro Granado
Damián Gulich
Marcos Madrid
Nicolás Pan (SUF)
Mariela Portesi
Marta Reboiro
Diego Richard
Diego Rosales
Marcela Taylor
Luciano Zunino

Comité Científico

Raúl Rossignoli (*coordinador*)
Eduardo Bringa (San Luis - Mendoza)
Miguel Campiglia (SUF)
Yanina Fasano (Bariloche)
Omar Fojón (Santa Fe - Rosario)
Julián Gargiulo (Buenos Aires)
Verónica Marconi (Córdoba)
Ricardo Marotti (SUF)
Claudia Rodríguez Torres (La Plata)
Roberto Somoza (Sur - Tandil)
Erlinda del Valle Ortiz (Tucuman - Catamarca)

Bienvenida

El Comité Organizador de la 3ª Reunión AFA-SUF tiene el agrado de darles la más cordial bienvenida a la ciudad de La Plata, provincia de Buenos Aires, Argentina, y de desearles una estadía agradable y una participación productiva en este encuentro.

La Asociación Física Argentina fue fundada en 1944 en esta ciudad, por lo que cada ocasión en la que tenemos el privilegio de albergar esta reunión reviste un significado muy especial.

Este año, al igual que en 2008 y 2011, sumamos esfuerzos con la Sociedad Uruguaya de Física para realizar una reunión conjunta que contribuya a fortalecer la colaboración y el intercambio entre las comunidades científicas de ambos países.

Vale la pena mencionar que este año 2025 la Tercera Reunión Conjunta AFA-SUF cobra un sentido especial destacando dos hechos especialmente vinculados al ámbito de la Física en nuestra región: el centenario de la visita del científico alemán Albert Einstein quien entre marzo y abril de 1925 brindó conferencias en distintas ciudades de Argentina y Uruguay, y la declaración del año internacional de las ciencias y tecnologías cuánticas por parte de UNESCO que ha sido apoyado por AFA y SUF.

Expresamos nuestro sincero agradecimiento a todas las personas que han contribuido en los diversos aspectos de la organización, así como a las instituciones que brindaron su apoyo económico, académico e institucional para hacer posible este evento.

Queremos reconocer especialmente al Comité Científico por la cuidadosa selección de las conferencias plenarias que enriquecerán esta reunión, y a las autoridades de la AFA y la SUF por su respaldo constante.

Comité Organizador

Logo de la reunión

La Filial La Plata de AFA y el Comité Organizador de la 110^a RAFA lanzaron en agosto de 2024 un concurso para el diseño de isologo para el evento, habiendo dado amplia difusión del mismo a través de las redes de AFA. Se convocó como jurado a Carlos Alberto García Canal (doctor en Física, docente-investigador UNLP), Cecilia von Reichenbach (doctora en Física, socia honoraria de AFA, ex-directora del Museo de Física de la UNLP) y Pilar Alonso (diseñadora en comunicación visual), a quienes agradecemos su colaboración.

Se recibieron nueve (9) propuestas. El Jurado, habiendo visto las propuestas presentadas y teniendo en cuenta las bases del concurso, eligió el isologo ganador que tiene en cuenta los aspectos requeridos en el llamado: identificar a la 110^a Reunión de la Asociación Física Argentina a realizarse en la ciudad de La Plata, así como también representar los aportes de la comunidad física al desarrollo de la ciencia y/o las tecnologías cuánticas.

Felicitamos al autor del isologo ganador: Alejandro Acuña.



Cabe aclarar que a raíz de la confluencia con la Sociedad Uruguaya de Física (SUF) para que la reunión de 2025 se convirtiera en la 3^a Reunión Conjunta entre ambas asociaciones, el CO decidió incorporar también los logos de SUF y de AFA en la imagen identificatoria del evento.

CRONOGRAMA

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
8:00	Acreditación	Acreditación	Acreditación		Workshops
8:30					
9:00		Plenaria 3: Frins	Plenaria 6: Wschebor		
9:30	Apertura			Coffee break	
10:00	Plenaria 1: Masoller	Coffee break	Coffee break	Anuncio P. Másperi	
10:30		Plenaria 4: Montanari	Plenaria 7: Chialvo	P. Giambiagi: Santaya	
11:00	Coffee break				
11:30	Plenaria 2: Foa Torres	Plenaria 5: Daniels	Plenaria 8: Das	Cierre	
12:00					
12:30	Almuerzo	Almuerzo	Almuerzo	Almuerzo	
13:00					
13:30					
14:00	Charlas de división	Charlas de división	Charlas de división	Inicio Workshops	
14:30					
15:00					
15:30					
16:00	Coffee break	Pausa	Pausa		
16:30	Actividad de divulgación	Coffee break	Coffee break		
17:00		Posters	Posters(*)		
17:30					
18:00	Mesa de debate (SubEF)	Mesa redonda (Sub. Género)	Asamblea Societaria AFA		
18:30					
19:00	Mesa redonda				
19:30					
20:00					
20:30					
21:00			Cena de camaradería		

Código de colores y sedes

	Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales (FCJyS) UNLP
	Centro de Posgrado Sergio Karakachoff (CPSK) UNLP
	Teatro Argentino Centro Provincial de las Artes (TACPA)
(*) También se llevará a cabo la Asamblea de la SubEF a partir de las 17.30 hs.	

SEDES DEL EVENTO



Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales (FCJyS) UNLP

Calle 48 e/ 6 y 7 (mano izquierda)

Salas: Salón de los Espejos (segundo piso)

Centro de Posgrado Sergio Karakachoff (CPSK) UNLP

Calle 48 e/ 6 y 7 (mano derecha)

Salas: Auditorio y -201 a -209 (segundo subsuelo)

Teatro Argentino Centro Provincial de las Artes (TACPA)

Avenida 51 e/ 9 y 10

Salas: Piazzolla y Pettoruti (subsuelo)

Acceso a mapa con puntos de interés: [click aquí](#)

Auspiciantes



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE LA PLATA



PEDECIBA
MEC-UDELAR



FUNDACIÓN
JOSÉ A. BALSEIRO



Fundación
Ciencias Exactas
Facultad de Ciencias Exactas
Universidad Nacional de La Plata



Facultad de Ciencias
EXACTAS
Universidad Nacional de La Plata



FUNDACIÓN
WILLIAMS



fundaQuim
Fundación para el progreso de la Química



ÍNDICE GENERAL

Actividades centrales y Conferencias plenarias	13
Lunes 15	14
Acto de Apertura	14
Conferencia Plenaria 1: Cristina Masoller	14
Conferencia Plenaria 2: Luis E. F. Foa Torres	14
Actividad de Divulgación	15
Mesa de debate SubEF-AFA	16
Mesa Redonda sobre política científica	16
Martes 16	17
Conferencia Plenaria 3: Erna Frins	17
Conferencia Plenaria 4: Claudia Montanari	17
Conferencia Plenaria 5: Karen Daniels	18
Mesa de debate Sub-comisión de Género	18
Miércoles 17	19
Conferencia Plenaria 6: Nicolás Wschebor	19
Conferencia Plenaria 7: Dante R. Chialvo	19
Conferencia Plenaria 8: Moumita Das	19
Asamblea General Ordinaria de AFA	20
Jueves 18	21
Premio Luis Másperi 2025: entrega de diplomas	21
Conferencia Premio J.J. Giambiagi 2024: Mariano Santaya	22
Acto de Cierre	23
Charlas de División	25
Atmósfera, Tierra y Agua	26
Enseñanza de la Física / Historia de la Física	31
Física Atómica y Molecular	34
Física Médica	41
Física Nuclear	53
Fluidos y Plasma	54
Fotónica y Óptica	59
Fundamentos, Información y Tecnologías Cuánticas	69
Industria y Tecnología	79
Materia Blanda	81
Materia Condensada	88
Mecánica Estadística, Física no-lineal y Sistemas Complejos	103
Partículas y Campos	113

Comunicaciones murales	123
Atmósfera, Tierra y Agua	124
Enseñanza de la Física	141
Física Atómica y Molecular	156
Física Médica	168
Física Nuclear	179
Fluidos y Plasma	181
Fotónica y Óptica	192
Fundamentos, Información y Tecnologías Cuánticas	209
Industria y Tecnología	223
Materia Blanda	237
Materia Condensada	253
Mecánica Estadística, Física no-lineal y Sistemas Complejos	322
Partículas y Campos	355
Actividades adicionales	370
Actividades SubEF-AFA	370
Encuentro Argentino de Materia Blanda	371
Año Internacional de la Ciencia y Tecnología Cuántica	372
Índice onomástico	373

ACTIVIDADES CENTRALES Y CONFERENCIAS PLENARIAS

LUNES 15

ACTO DE APERTURA

Acto de Apertura: Lunes 15 9:30–10:00 hs.

Salón de los Espejos, FCJyS

CONFERENCIAS PLENARIAS

Conferencia Plenaria 1: Lunes 15 10:00–11:00 hs.

Salón de los Espejos, FCJyS

Metodologías de análisis de datos no lineales para la investigación de sistemas complejos

Cristina Masoller

Departament de Física, Universitat Politècnica de Catalunya, Terrassa, España

El Premio Nobel de Física 2021 reconoció la importancia de la investigación de sistemas complejos para abordar los desafíos más urgentes que enfrentan nuestras sociedades. Las propiedades clave de los sistemas complejos son su alta dimensionalidad y no linealidad. Además, los sistemas complejos son heterogéneos, multiescala y, a menudo, presentan un comportamiento no estacionario (transitorios prolongados, transiciones inesperadas a diferentes estados, grandes fluctuaciones, etc.). Trabajar con un sistema complejo requiere el uso de técnicas adecuadas de análisis de datos.

Las técnicas de análisis lineal tienen una larga trayectoria. Generalmente son bien comprendidas y más fáciles de usar que las técnicas no lineales, que a menudo tienen hiperparámetros que deben seleccionarse adecuadamente. Sin embargo, para los datos registrados de sistemas complejos, las herramientas lineales suelen proporcionar información limitada. El análisis de datos no lineal es un campo altamente interdisciplinario, ya que las herramientas de análisis que han demostrado ser eficientes para analizar un tipo particular de datos (por ejemplo, señales de EEG) pueden adaptarse a otros tipos de datos (por ejemplo, datos de actividad en redes sociales). Sin embargo, como afirma el profesor Holger Kantz, «Cada conjunto de datos presenta sus propios desafíos, y el análisis de datos nunca es rutinario». En esta charla, resumiré nuestro trabajo de caracterización de sistemas complejos en diferentes campos (fotónica, neurociencia, clima, ecología, etc.) y analizaré las ventajas y desventajas de los diversos métodos de análisis de datos que hemos utilizado.

Conferencia Plenaria 2: Lunes 15 11:30–12:30 hs.

Salón de los Espejos, FCJyS

Brave new topological worlds: a journey through non-equilibrium phases with light and loss

Luis E. F. Foa Torres

Departamento de Física, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile

Imagine wielding light not merely as a tool to observe matter, but as a switch to fundamentally transform it—turning ordinary materials into robust quantum states at will. This is the so-called Floquet engineering, where carefully choreographed light pulses sculpt the electronic landscape of materials, opening bandgaps where none existed and creating topological phases that defy conventional wisdom. Like ancient cartographers charting unknown seas, the community has been mapping new territories in condensed matter physics where time itself becomes a design parameter. What started as an elegant mathematical framework has blossomed into a revolutionary experimental reality, spanning from laser-illuminated graphene to ultracold atoms dancing in optical lattices. In this talk, I will guide you through these “brave new topological worlds,” beginning with our works showing how light serves as a topological switch [1]. We’ll see how a simple circularly polarized laser can transform graphene—a material with no natural bandgap—into a Floquet topological insulator hosting robust chiral edge states [1,2,3].

These aren't mere theoretical predictions: recent experiments have captured signatures of Floquet steady states in real materials [4], while engineered moiré patterns now enable unprecedented control over photocurrent generation [5].

Our journey then ventures beyond conventional quantum mechanics into the realm of non-Hermitian physics [6,7], where the interplay of gain and loss fundamentally alters our understanding of topological matter. Here, dissipation—traditionally viewed as a nuisance—becomes a resource. We'll explore the non-Hermitian skin effect, a phenomenon so counterintuitive that it defies our basic notions of bulk-boundary correspondence: imagine nearly all quantum states in a material spontaneously migrating to its edges [8,9]. This effect, first predicted theoretically, has now been observed across multiple platforms, from photonic lattices to mechanical metamaterials.

What unites these seemingly disparate frontiers is a radical vision: engineering quantum matter through non-equilibrium processes. Whether using periodic driving or exploiting loss to create unidirectional transport, we are learning to harness driving and dissipation as tools for quantum control. These advances exemplify the power of curiosity-driven research. As we stand at the threshold of this new era, the brave new worlds we explore today, born from fundamental scientific curiosity, may well become the technological foundations of tomorrow [10].

[1] H. L. Calvo et al., Appl. Phys. Lett. 98, 232103 (2011); P. M. Perez-Piskunow, G. Usaj, C. A. Balseiro, and L. E. F. Foa Torres, Phys. Rev. B 89, 121401(R) (2014); G. Usaj, P. M. Perez-Piskunow, L. E. F. Foa Torres, and C. A. Balseiro, Phys. Rev. B 90, 115423 (2014); L. E. F. Foa Torres, P. M. Perez-Piskunow, C. A. Balseiro, and G. Usaj, Phys. Rev. Lett. 113, 266801 (2014).

[2] M. Berdakin, E. A. Rodriguez-Mena, and L. E. F. Foa Torres, Nano Lett. 21, 3177 (2021).

[3] A. Huaman, L. E. F. Foa Torres, and C. A. Balseiro, Phys. Rev. Res. 3, 013201 (2021).

[4] Y. Liu et al., Nat. Commun. 16, 2057 (2025).

[5] H. L. Calvo, L. E. F. Foa Torres, and M. Berdakin, Nano Lett. 25, 1630 (2025).

[6] R. Lin, T. Tai, L. Li, and C. H. Lee, Front. Phys. 18, 53605 (2023).

[7] V. M. Martinez Alvarez, J. E. Barrios Vargas, M. Berdakin, and L. E. F. Foa Torres, Eur. Phys. J. Spec. Top. 231, 1285 (2018); L. E. F. Foa Torres, J. Phys. Mater. 3, 014002 (2020).

[8] V. M. Martinez Alvarez, J. E. Barrios Vargas, and L. E. F. Foa Torres, Phys. Rev. B 97, 121401(R) (2018).

[9] S. Yao and Z. Wang, Phys. Rev. Lett. 121, 086803 (2018).

[10] For additional publications see <https://www.foatorres.com/publications>

ACTIVIDAD DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA

Actividad de Divulgación: Lunes 15 16:30–18:00 hs.

Auditorio -203, CPSK

Proyección del film "Amanda, el día que Einstein vivió en La Plata" (2015), de Marcos Rodríguez

Proyección del film y posterior debate. Actividad abierta a todo público hasta llenar capacidad de sala.

Estarán presentes: Marcos Rodríguez (*director*), Luciano Sanguinetti (*productor general y Secretario de Extensión de la Facultad de Periodismo - UNLP*), Osvaldo Civitarese (*Miembro Titular de la Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales; Instituto de Física La Plata, CONICET-UNLP*) y Rodrigo Eyheralde (*Instituto de Física, Facultad de Ciencias, UdelAR*).

Modera: Mariela Portesi (*Instituto de Física La Plata, CONICET-UNLP*).

Sinopsis: El creciente antisemitismo en Europa; el rumor de que Albert Einstein desea radicarse fuera de su país y las características de la ciudad de La Plata hacen pensar que Einstein podría elegir a esta ciudad para radicarse. La comunidad judía y el ámbito científico ven en esta visita la gran oportunidad para seducir a Einstein y hacer que continúe su carrera en la ciudad. Sin embargo, hay quienes se sienten amenazados con su presencia y sus ideas revolucionarias y harán lo que crean necesario para evitar que se radique en el país. Amanda, una empleada doméstica de la aristocracia platense, escucha accidentalmente una conversación e intenta por todos los medios advertir al ilustre visitante de un posible atentado.

SUB-COMISIÓN DE ESTUDIANTES DE FÍSICA

Mesa de debate SubEF: Lunes 15 18:00–19:00 hs.

Aula -202, CPSK

Primeros pasos y futuro de la Subcomisión de Estudiantes de Física

Exponen: Sofía Perón Santana (*Facultad de Matemática, Astronomía, Física y Computación - UNC - CONICET*), Virginia Passeggi Veaute (*Facultad de Ingeniería Química, Universidad Nacional del Litoral*), Keila Tomás (*Universidad Nacional de Rosario*) y Mauro Granado (*Facultad de Ciencias Exactas - UNLP*).

MESA REDONDA

Mesa Redonda: Lunes 15 19:00–20:30 hs.

Auditorio -203, CPSK

Situación y aportes a la política científica en LatAm

Exponen: Valeria Levi (*Vicedecana de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires*), Roberto Salvarezza (*Presidente de la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires*), Nicolás Wschebor (*Profesor titular de la Universidad de la República*) y Ulisses Barres de Almeida (*Director del Centro Latinoamericano de Física*).

Modera: Susana Hernández (*Socia Honoraria de AFA y presidenta del Encuentro Permanente de Asociaciones Científicas y de la Asociación Argentina para el Progreso de las Ciencias*).

MARTES 16

CONFERENCIAS PLENARIAS

Conferencia Plenaria 3: Martes 16 09:00–10:00 hs.

Sala Piazzolla, TACPA

Física del medio ambiente: observaciones remotas basadas en el análisis del espectro solar

Erna Frins

Instituto de Física, Facultad de Ingeniería, Universidad de la República, Uruguay

La atmósfera terrestre es un sistema físico fuertemente afectado por la actividad humana a escala local, regional y global. Un ejemplo de ello es el aumento de la temperatura y una de sus consecuencias, es un aumento de la ocurrencia de incendios forestales. Durante estos incendios, se quema un gran volumen de biomasa, alterando la composición química de la atmósfera y aumentando la cantidad de aerosoles, especialmente los de tamaño menor a 2.5 micrómetros.

La radiación solar, además de inducir reacciones químicas en la atmósfera durante el día, es una excelente herramienta para estudiar los cambios de su composición, cuantificar las emisiones gaseosas de plantas industriales y volcanes, y observar cambios locales debido a la quema de biomasa, incluso cuando éstas ocurren a cientos de kilómetros de distancia.

Aquí presentaremos diferentes enfoques para la detección y cuantificación de gases traza en la atmósfera que presentan absorciones en la región UV y visible del espectro, como el dióxido de nitrógeno, dióxido de azufre y algunos carbonilos. También presentaremos métodos de cuantificación de flujos de gases y algunos resultados sobre la presencia de aerosoles originados por la quema de biomasa. Estos últimos provenientes del monitoreo continuo de aerosoles en Montevideo a través de AERONET (Aerosol Robotic Network, NASA).

Conferencia Plenaria 4: Martes 16 10:30–11:30 hs.

Sala Piazzolla, TACPA

Física cuántica aplicada: la pérdida de energía de iones en materiales, desde la base de datos de IAEA a los modelos de dinámica cuántica y de aprendizaje automatizado

Claudia Montanari

Instituto de Astronomía y Física del Espacio (IAFE), CONICET y Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina.

La pérdida de energía de iones rápidos en materiales, conocida como electronic stopping power, ocurre por la interacción del ion con los electrones del medio, que pueden ser excitados, ionizados o capturados. Estos procesos nos dan información sobre cómo cambia la velocidad del ion, cuánta energía transfiere a medida que atraviesa el medio, dónde se detiene, qué sucede con los electrones del material, cuanto influye su estructura atómica o molecular. Son fenómenos complejos que solo pueden explicarse con herramientas de la física cuántica. Predecir estos procesos en distintos materiales —gases, sólidos, sistemas atómicos o moleculares— es un desafío para la física básica: hay muchas colisiones y muchos electrones involucrados. Pero también es un campo con aplicaciones concretas, desde tecnología y análisis de materiales hasta medicina. Por ejemplo, conocer el daño que causan los iones energéticos es clave para elegir los materiales que recubren un reactor nuclear, un satélite o un equipo sensible. Ese mismo daño, localizado y preciso, es la base del tratamiento contra el cáncer con haces de iones (hadronterapia).

En esta charla compartiré mi acercamiento al tema desde tres perspectivas:

- i) Experimental, como responsable científica de la base de datos de stopping power de la IAEA (Agencia Internacional de Energía Atómica) desde hace nueve años. Este trabajo me brinda una visión amplia del conocimiento disponible, los datos faltantes, y el contacto con grupos experimentales de todo el mundo, ya que la base se actualiza continuamente con nuevas mediciones.
- ii) Teórica, como parte del grupo de Dinámica Cuántica del IAFE, donde desarrollamos modelos para describir

procesos inelásticos de los electrones. Teorías que hemos aplicado al cálculo de stopping power para distintos materiales e iones, con buenos resultados, por ejemplo en metales con aplicaciones tecnológicas.

iii) Numérica, mediante el desarrollo del código ESPNN (Electronic Stopping Power Neural Network), que emplea todos los datos de la base de la IAEA. El código incluye una etapa de limpieza automática con técnicas de agrupamiento y filtrado, y una red neuronal para entrenamiento y predicción. Es de acceso abierto y puede descargarse o utilizarse directamente.

El objetivo de esta presentación es compartir el estado actual del conocimiento sobre la pérdida de energía electrónica a partir de esta mirada integrada —experimental, teórica y numérica— al tiempo que comentar sus aplicaciones, las necesidades actuales y caminos posibles de futuras investigaciones.

Conferencia Plenaria 5: Martes 16 11:30–12:30 hs.

Sala Piazzolla, TACPA

Granular flow and rigidity: from the lab to the Earth and beyond

Karen Daniels

North Carolina State University, Raleigh, EEUU

Rigidity is the ability of a system to resist imposed forces before ultimately undergoing failure. Real granular materials – whether cereal stuck in a box or landslides in the Andes – often exhibit sudden losses of stability that challenge our ideas of how to predict their behavior. At first glance, grains like sand might appear simple: macroscopic, dry, cohesionless particles which interact only by contact forces. However, it remains an open question how to describe the state of a granular system in order to make accurate predictions about its future behavior: under what conditions will a given granular system remain stable vs. creeping vs. flowing? As in other disordered materials, these systems often contain both rigid and floppy regions that complicate the utility of taking system-wide averages, and make continuum modeling challenging to achieve. I will talk about several frameworks (network science, rigidity percolation, vibrational modes) capable of connecting the internal structure of disordered materials to their rigidity and/or failure under loading. We will start with laboratory experiments in which we can monitor the state of the system at the scale of individual vector contact forces, and continue up to the landscape scale where we are starting to take these studies out of the lab, into the mountains, and even into space.

SUB-COMISIÓN DE GÉNERO

Mesa de debate: Martes 16 18:30-20:30 hs.

Auditorio -203, CPSK

Nadie se salva solx: experiencias organizativas de divulgación y educación de las ciencias

Exponen: Rodrigo Laje (*Departamento de Ciencia y Tecnología - UNQ - CONICET*), Paula Bergero (*Instituto de Investigaciones Físico-Químicas Teóricas y Aplicadas - UNLP - CONICET*), Julieta Elffman (*Científicas de Acá - CoCienTe - TantaAgua Editorial*) y Valeria Edelsztejn (*Centro de Formación e Investigación En Enseñanza De Las Ciencias - UBA - CONICET*).

Moderan: Luciana Bruno y Tomás Cicchini (*Instituto de Cálculo - UBA - CONICET*).

MIÉRCOLES 17

CONFERENCIAS PLENARIAS

Conferencia Plenaria 6: Miércoles 17 9:00-10:00 hs.

Sala Piazzolla, TACPA

¿Qué hacer en mecánica estadística cuando las interacciones son intensas?

Nicolás Wschebor

Facultad de Ingeniería, Universidad de la República, Uruguay

En la naturaleza existe un gran número de sistemas mecánico-estadísticos cuyos grados de libertad se comportan, en primera aproximación, como independientes. El ejemplo más evidente son los gases para los que la aproximación de gas ideal es un buen punto de partida. Otro ejemplo paradigmático son los sistemas magnéticos a gran temperatura o campo magnético aplicado. Para este tipo de sistemas existe una gran variedad de métodos teóricos exitosos que permiten su análisis con gran precisión. Sin embargo, existe un conjunto igualmente importante de sistemas en los que las interacciones entre los grados de libertad son intensas y su estudio teórico requiere desarrollos más sofisticados. El ejemplo más evidente de sistemas de este tipo son los líquidos. De manera general, las transiciones de fase, particularmente si el calor latente es pequeño, suelen requerir métodos que no toman como punto de partida la aproximación de grados de libertad independientes. En esta charla presentaremos de manera no técnica varios métodos empleados en la actualidad para abordar diversos aspectos de sistemas con interacciones intensas. Entre otros, mencionaré los aportes que nuestro grupo ha efectuado para el desarrollo de aproximaciones controladas y sistemáticamente mejorables que permiten el estudio teórico de una gran variedad de sistemas de este tipo. Dichos esquemas de aproximación están basados en lo que se ha denominado el "Grupo de Renormalización Funcional", que es una versión moderna del grupo de renormalización de Wilson.

Conferencia Plenaria 7: Miércoles 17 10:30–11:30 hs.

Sala Piazzolla, TACPA

The brain at the edge

Dante R. Chialvo

Center for Complex Systems & Brain Sciences. Institute of Physical Sciences (ICIFI, UNSAM-CONICET), Universidad de San Martín, Argentina & Physics, Hong Kong Baptist University, Hong Kong.

The idea that the brain operates near the edge of a critical point -a state poised between order and disorder- similar to physical systems undergoing a phase transition, matured enough over the last two decades, as documented in hundreds of publications on both theory and experiments. We will refresh the fundamental idea of criticality and then discuss some of the more recent results and applications at a range of scales.

Conferencia Plenaria 8: Miércoles 17 11:30–12:30 hs.

Sala Piazzolla, TACPA

Rigidity, resilience, and robustness in network-like soft materials: lessons from cartilage tissue and circadian colloids

Moumita Das

Rochester Institute of Technology (Rochester, EEUU)

Living systems exhibit a remarkable balance of rigidity, resilience, and robustness—qualities that allow them to withstand stress while remaining adaptable. This talk highlights how two very different biological systems,

cartilage tissue and circadian protein networks, offer insights into the physics of network-like soft materials and their rational design. Articular cartilage is a soft tissue that endures decades of repetitive loading without failure. Through the framework of rigidity percolation theory, we examine how its heterogeneous, network-like extracellular matrix—composed of collagen, proteoglycans, and hyaluronic acid—achieves mechanical robustness and resilience while retaining adaptability. These principles provide a physics-based explanation for how disease alters tissue mechanics and suggest design rules for biomimetic constructs with tunable, life-like properties. In parallel, I will discuss "circadian colloids": colloidal networks assembled using functionalized circadian proteins, the molecular regulators of biological clocks. These protein-based reaction networks enable control over self-assembly kinetics and material properties, offering a route to synthetic systems with emergent, life-like dynamics. Together, these studies demonstrate how structure–function principles in biological and bio-hybrid matter can inspire the next generation of soft materials—resilient like cartilage, yet dynamically tunable like living matter itself.

ASAMBLEA GENERAL ORDINARIA

Asamblea General Ordinaria de AFA: Miércoles 17 17:00 hs. Auditorio -203, CPSK

Estimado/a Asociado/a:

De nuestra mayor consideración:

Nos dirigimos a Ud. a efectos de informarle que en la reunión de Comisión Directiva de la "ASOCIACIÓN FÍSICA ARGENTINA ASOCIACIÓN CIVIL" de fecha 30 de junio de 2025 se resolvió convocar a Asamblea General Ordinaria a celebrarse el día 17 de Septiembre de 2025 a las 17:00 hs. en primera convocatoria y una hora más tarde en segunda, en el segundo subsuelo del Centro de Posgrado "Sergio Karakachoff" de la Universidad Nacional de La Plata, sito en calle 48 N 551 e/ 6 y 7, de la ciudad de La Plata. 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 el 31/08/2025.
 - 4) Informe de la 111^a Reunión de la Asociación Física Argentina, Catamarca 2026.
 - 5) Designación de sede de la 112^a Reunión de la Asociación Física Argentina.
 - 6) Designación de socios honorarios.
 - 7) Autorización de Gestión y certificación.
 - 8) Situación de las instituciones y personal del Sistema de Ciencia y Tecnología Nacional. Posicionamiento de la Asociación y eventuales acciones.
 - 9) La desconfianza o indiferencia de algunos sectores sociales respecto de la ciencia y la necesidad del impulso de la actividad científica desde el Estado. Acciones posibles desde la Asociación.
- Esperando su concurrencia, lo saluda,

Presidente Dr. Omar Osenda

JUEVES 18

Premio Luis Másperi 2025: Jueves 18 10:00–10:30 hs.

Sala Piazzolla, TACPA

Premio Luis Másperi 2025: entrega de diplomas

18 de julio de 2025

Estimado Presidente de la Asociación Física Argentina,
Dr. Omar Osenda:

Como tribunal evaluador, hemos presenciado en forma virtual las exposiciones de las/os 14 postulantes al Premio Másperi correspondiente a la 110^a Reunión Anual de la Asociación Física Argentina, a realizarse en la ciudad de La Plata, Argentina. Se decidió dedicar 20 minutos a cada postulante: 15 minutos para que realizaran su exposición y el tiempo restante para hacer preguntas. Todas las presentaciones fueron de muy buena calidad. Se evaluó la claridad de la exposición, la preparación del material visual, la motivación y la claridad en la exposición de los objetivos. Asimismo, se le dio relevancia a su aporte personal en el marco de la investigación y a la proyección de los resultados obtenidos. Finalmente, se valoró la solvencia con que respondieron las preguntas realizadas por el jurado.

En base a los criterios recién mencionados, este Jurado propone el siguiente orden de mérito para el Premio Másperi 2025:

- 1) María Julia Vitaller por su trabajo "Evaluación de métodos de cuantificación de actividad de ^{131}I a partir de imágenes bidimensionales: Análisis comparativo utilizando SIMIND MC" realizado en el Departamento de Física de la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad Nacional de La Plata.
- 2) Andrés Marchisio por su trabajo "Evolución Cuántica de Estados Mixtos" realizado en el Departamento de Física de la Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales de la Universidad Nacional de Río Cuarto.
- 3) Tomás Di Napoli por su trabajo "Renovación de un Espectrofluorímetro Obsoleto para la Caracterización de Nanopartículas de Upconversion" realizado en el Departamento de Física de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires.
- 4) Francisco Castillo Menegotto por su trabajo "Dinámica anisotrópica de vórtices en superconductores con fase nemática" realizado en el Departamento de Física de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires.

Finalmente, este jurado desea felicitar al resto de las/s postulantes, quienes han desarrollado un excelente trabajo científico.

Dra. Griselda Corral
Dra. María Fabiana Laguna
Dra. Erlinda del Valle Ortiz
Dr. Eitel Peltzer

Premio J. J. Giambiagi 2024: Jueves 18 10:30–11:30 hs.

Sala Piazzolla, TACPA

Premio Juan Jose Giambiagi

El Premio "Juan José Giambiagi" (convocatoria 2024) de la Asociación Física Argentina es otorgado a una Tesis Doctoral en Física Experimental aprobada durante los años calendario 2022 y 2023. En esta oportunidad se recibieron 8 postulaciones todas ellas de un excelente nivel. Los miembros del Jurado son los Dres. Juan Pomarico, Rodolfo Acosta, Gustavo Ruano y las Dras. Ana Vidales y Laura Damonte.

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 J.J. Giambiagi 2024 al Dr. Mariano Santaya por la Tesis titulada Exsolución de Nanocatalizadores en Electrodo Tipo Perovskita para Celdas SOFC Simétricas de Temperatura Intermedia dirigida por la Dra. Liliana Moggi y realizada en el Instituto Balseiro, Universidad Nacional de Cuyo, Comisión Nacional de Energía Atómica.

La Tesis seleccionada presenta un proceso particular de modificación de superficies (exsolución) de materiales tipo perovskita basados en STF (un acrónimo para un compuesto que emplea Sr, Ti, Fe, Ni y O). Este material ha demostrado ser un buen candidato para su uso como electrodo (tanto cátodo como ánodo) en celdas de combustible de óxido sólido (SOFC) simétricas. A fin de mejorar el desempeño de los dispositivos se han propuesto diferentes dopantes centrándose en la influencia de la microestructura sobre la estabilidad y comportamiento electroquímico. En base a estos estudios se logró un material adecuado para el objetivo buscado y con la capacidad de auto-regenerar el electrodo parcialmente al alternar atmósferas oxidantes y reductoras. La elección del material de base, los dopantes propuestos, así como las dos estrategias de síntesis empleadas y técnicas de caracterización junto con un pormenorizado análisis de los resultados obtenidos denotan un amplio conocimiento del campo y del estado del arte de estos sistemas. Finalmente se diseñó una mini celda de combustible (a escala de laboratorio) a fin de analizar su comportamiento frente a la aplicación de potenciales eléctricos.

Consideramos que esta Tesis hace un aporte muy importante al campo de los materiales para aplicaciones en energía con un estudio profundo sobre las propiedades y desempeño de los dispositivos y con un alto impacto en la comunidad científica que se evidencia por las publicaciones originadas.

Finalmente, el Jurado decide por unanimidad otorgar menciones especiales a las Tesis del Dr. Juan Andrés Hofer y del Dr. Mariano Ruben Cababie.

El trabajo de Tesis presentado por el Dr. Hofer, bajo el título Crecimiento, Caracterización Y Aplicaciones de Láminas Delgadas Basadas en Superconductores Desordenados y dirigida por el Dr. Néstor Fabián Haberkorn fue realizada en el Instituto Balseiro, Universidad Nacional de Cuyo, Comisión Nacional de Energía Atómica. La Tesis aborda un tema de interés tecnológico, con gran rigurosidad en su metodología y análisis. Caracteriza las propiedades tanto morfológicas como superconductoras de películas delgadas de compuestos desordenados basados en dos metales de transición, tungsteno o wolframio (W) dopado con nitrógeno y nitruro de molibdeno (Mo), crecidas en distintas condiciones. Estudia el rol de diferentes variables (composicionales y de condiciones de crecimiento) en las propiedades superconductoras y morfológicas, e indaga sobre su aptitud para aplicaciones en detectores de radiación y junturas Josephson. La Tesis se destaca por el gran volumen de trabajo de calidad involucrado, el manejo y utilización pertinente de una variedad de técnicas experimentales, y la producción asociada, plasmada en 7 publicaciones internacionales con arbitraje de las que el tesista es primer autor.

La Tesis realizada por el Dr. Cababie, titulada Origen y caracterización de eventos de un electrón en Skipper-CCDs para la búsqueda de materia oscura liviana, bajo la dirección del Dr. Javier Tiffenberg y la Co-dirección del Dr. Dario Rodrigues Ferreira Maltez, presentada en el Instituto de Física de Buenos Aires (IFIBA, CONICET-UBA), se desarrolló en el marco del experimento SENSEI, experimento de detección directa de materia oscura liviana en el Fermilab. La temática de esta Tesis es de vanguardia internacional, impecable, donde gran parte del trabajo experimental fue realizado en el exterior. El Jurado entiende que representa un gran logro para nuestro país el hecho que un doctorando nuestro haya sido elegido con el rol protagónico que ha tenido en este trabajo de punta, plasmado en siete publicaciones en revistas científicas de alto impacto.

Este Jurado desea expresar sus sinceras felicitaciones a todos los postulantes, sus directores y directoras, así como a sus grupos de trabajo por la gran calidad de las tesis presentadas, que hizo difícil la decisión del premio.

Miembros del Jurado:

Rodolfo Acosta, Laura C. Damonte, Juan Pomarico
Gustavo Ruano, Ana Vidales.

Coordinación del Jurado:

K. Sapag, Francisco H. Sánchez.

Recibido en noviembre de 2024, fue tratado por la Comisión Directiva de AFA en su reunión Nro 162 del 25/11/2024, aceptando de manera unánime y haciendo suyo el dictamen del Jurado.

Conferencia Premio J. J. Giambiagi 2024: Jueves 18 10:30–11:30 hs. Sala Piazzolla, TACPA

Exsolución de nanocatalizadores para electrodos de celdas de combustible y electrolizadores de óxido sólido simétricas

Mariano Santaya

Departamento de Caracterización de Materiales (DCM), Gerencia de Investigación Aplicada (GIA-GAIDI) / Instituto de Nanociencia y Nanotecnología (INN-CNEA-CONICET), Centro Atómico Bariloche, Río Negro, Argentina.

La producción y gestión de los recursos energéticos es uno de los principales problemas de nuestra sociedad. En un contexto donde la transición energética hacia fuentes menos contaminantes se ha vuelto imperativa, las celdas de óxido sólido (SOC) surgen como una tecnología eficiente y versátil. Su capacidad para operar tanto en modo celda de combustible (SOFC) como en modo electrolizador (SOEC) resulta particularmente relevante, permitiendo una conversión reversible entre combustibles y energía (por ejemplo, con hidrógeno como combustible: $\text{H}_2 + \text{O}_2 \leftrightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{energía}$). Asimismo, las SOC pueden funcionar con combustibles carbonosos, lo cual es ventajoso para una etapa de transición y tiene especial importancia en la Argentina, considerando las grandes reservas de gas natural que posee nuestro territorio. De todas maneras, la inserción de las SOC en el mercado requiere superar desafíos relacionados con los costos de fabricación y la durabilidad. Algunas acciones en esta dirección consisten en (i) utilizar electrodos con materias primas de bajo costo; (ii) desarrollar celdas simétricas (S-SOFC), donde el mismo material pueda operar como ánodo y como cátodo para reducir etapas de producción; (iii) desarrollar materiales tolerantes frente a combustibles ricos en C y (iv) disminuir la temperatura de operación (que típicamente ronda los 800 - 1000 °C) con el fin de ralentizar los procesos de degradación y extender la vida útil.

Con estos objetivos en mente, en el Departamento de Caracterización de Materiales (DCM) del Centro Atómico Bariloche desarrollamos y estudiamos materiales de electrodo a partir de óxidos con estructura perovskita y conducción mixta, es decir, que son conductores iónicos y electrónicos a la vez. Para mejorar el rendimiento electroquímico y así disminuir la temperatura de operación, recurrimos a una técnica conocida como exsolución. Ésta consiste en la funcionalización de la superficie a partir de la segregación controlada de metales que originalmente forman parte de la perovskita, pero que bajo condiciones reductoras (que son función de temperatura, atmósfera y polarización de electrodo) difunden hacia la superficie formando nanopartículas metálicas, sin alterar la significativamente la estructura original. Dichas nanopartículas actúan como nano-catalizadores potenciando las reacciones de oxidación del combustible.

En esta presentación oral comenzaremos discutiendo el estado del arte de la tecnología SOC y describiremos los avances de nuestro grupo en la búsqueda de materiales para diseñar celdas simétricas. Haremos un recorrido desde la síntesis y el estudio de los materiales con técnicas avanzadas de caracterización, hasta el ensayo de su rendimiento electroquímico en condiciones reales de operación.

ACTO DE CIERRE

Acto de Cierre: Jueves 18 11:30–12:30 hs.

Sala Piazzolla, TACPA

CHARLAS DE DIVISIÓN

Atmósfera, Tierra y Agua

Miércoles 17 14:00 – 14:25 hs

Aula -207, CPSK

Análisis de eventos de Spread F sobre Jicamarca y Tucumán utilizando mediciones terrestres

Aragón Rodríguez A P¹, Rojas Villalba E², Elías A G^{1 3}, Pacheco E⁴

¹ *Universidad Nacional de Tucumán (UNT) San Miguel De Tucuman (capital), Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología (FACET) San Miguel De Tucuman (capital), Departamento de Física*

² *MIT Haystack Observatory*

³ *Instituto de Física del Noroeste Argentino (INFNOA)*

⁴ *Instituto Geofísico del Perú (IGP)*

El fenómeno de Spread F es una irregularidad ionosférica que ocurre principalmente en regiones ecuatoriales y puede afectar sistemas dependientes de la propagación ionosférica. Estudiar su ocurrencia no solo mejora las capacidades de predicción de eventos ionosféricos, sino que también aporta al entendimiento de los mecanismos físicos involucrados, como las dinámicas ecuatoriales y las inestabilidades del plasma.

En este trabajo se estudia la ocurrencia de eventos de Spread F desde la perspectiva de dos instrumentos distintos ubicados en Jicamarca (Perú) y Tucumán (Argentina) utilizando mediciones terrestres.

Para la Estación de Jicamarca, se propone realizar análisis de gráficos binarios de alcance-tiempo-intensidad (RTI) del radar principal del Radio Observatorio de Jicamarca (ROJ) en modo JULIA (Jicamarca Unattended Long-Term Investigations of the Atmosphere). La potencia registrada en estos mapas se vincula con la intensidad de los ecos retrodispersados, cuya magnitud incrementa en presencia de turbulencias en las regiones de plasma ionosférico, fenómeno asociado a los eventos de Spread F.

Para la Estación de Tucumán, se propone un análisis automatizado de los datos obtenidos de la ionosonda VIPIR (Campus UNSTA) que incluye la combinación de los modos de medición disponibles para obtener un mejor estimado de la potencia de retorno, el filtrado de la zona de interés y la generación de histogramas que representan la distribución de potencia total. Los histogramas obtenidos para el período de tiempo de interés se concatenan posteriormente, permitiendo la clasificación manual de eventos a gran escala. A su vez, esta metodología puede aplicarse para la ionosonda VIPIR ubicada en Jicamarca.

Los resultados del análisis se comparan con estudios climatológicos previos y con datos del satélite SWARM, que registran caídas en la densidad de electrones a lo largo de su órbita. Esta comparación permite explorar la variabilidad espacial del fenómeno de Spread F, con especial énfasis en su dependencia latitudinal y longitudinal. Se observa una mayor tasa de ocurrencia en Jicamarca, atribuida a su proximidad al ecuador geomagnético, mientras que el análisis conjunto aporta una estimación cuantitativa de cómo varía la probabilidad de ocurrencias en función de la ubicación geográfica y magnética.

Este trabajo observacional proporciona un marco empírico valioso para validar y contextualizar resultados de simulaciones numéricas de EPB (Equatorial Plasma Bubbles) mediante métodos espectrales. La caracterización estadística de eventos de Spread F observados en ambas estaciones brinda restricciones y condiciones iniciales realistas que pueden incorporarse a modelos numéricos. Asimismo, la identificación de patrones espaciales y temporales en los datos permite contrastar las predicciones teóricas sobre la formación, evolución y propagación de EPBs reforzando la relación

entre observaciones y mecanismos físicos simulados. Esta correspondencia permite profundizar en la comprensión integrada de inestabilidades ionosféricas en regiones ecuatoriales y de bajas latitudes.

Miércoles 17 14:25 – 14:50 hs

Aula -207, CPSK

Aplicaciones de métodos de aprendizaje automático al estudio de variables meteorológicas en la región del NOA

Vega Caro María Ailén¹, Zossi Bruno Santiago², Medina Franco Darío^{1 2}

¹ *Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología (FACET), San Miguel De Tucuman (capital)*

² *Laboratorio de Ionosfera, Atmosfera Neutra y Magnetosfera, INFINOA*

Este trabajo se centra en la evaluación y comparación de distintos métodos de interpolación espacial aplicados a la precipitación acumulada anual en la región del Noroeste Argentino (NOA), una zona caracterizada por una topografía compleja y una red de estaciones meteorológicas escasa y distribuida de manera irregular. El objetivo principal fue analizar la capacidad de modelos de aprendizaje automático y métodos tradicionales para generar estimaciones precisas de esta variable climática.

Se trabajó con una base de datos integrada por observaciones provenientes de estaciones meteorológicas en el periodo temporal 1993-2019. Los métodos implementados incluyeron Kriging, Procesos Gaussianos (GPR) y Redes Neuronales (NN). En el caso de Kriging, se desarrollaron y compararon cuatro variantes: modelos con y sin deriva de altitud, combinados con un modelado isotrópico y anisotrópico. Esto se realizó con el fin de evaluar el impacto de considerar la altitud como variable explicativa y de modelar la direccionalidad en la variabilidad espacial.

Los resultados muestran que el mejor desempeño general se obtuvo con el modelo de red neuronal, que presentó los menores errores absolutos medios (MAE) y mayor capacidad para reproducir patrones espaciales y temporales. Por otro lado, los modelos de Kriging mostraron resultados mixtos que variaron en función de la ubicación geográfica de las estaciones de testeo. En particular, la inclusión de la altitud como deriva en general mejoró los resultados en zonas con grandes variaciones altitudinales, mientras que el modelado de la anisotropía no siempre implicó una mejora significativa, posiblemente debido a la distribución irregular de datos.

Este trabajo aporta evidencia sobre el valor de integrar técnicas físicas y computacionales para el estudio del clima regional. En particular, destaca el potencial de las redes neuronales como herramienta complementaria para la generación de mapas climáticos en áreas con limitaciones observacionales, y sugiere líneas futuras de investigación como el entrenamiento por regiones o la incorporación de más variables físicas como la temperatura al entrenamiento de los modelos.

Miércoles 17 14:50 – 15:15 hs

Aula -207, CPSK

Dosimetría retrospectiva de dientes arqueológicos de la región central de Santa Fe

Alejandro Gabriela¹, Tobía Dina^{1 2}, Goldman Gastón³, Pawlak Eva⁴, Galligani Paula E.^{5 6}, Balducci Fernando L.⁷, Sartori Julieta I.^{7 8}, Castagnola Abril⁷, Lancellotti Florencia N.⁷, Gómez Javier¹

¹ *Instituto de Nanociencia y Nanotecnología (Conicet - CNEA), (8400) San Carlos de Bariloche*

² *Instituto Balseiro (UNCuyo - CNEA). (8400) San Carlos de Bariloche*

³ *Centro Atómico Bariloche (CNEA), (8400) San Carlos de Bariloche*

⁴ *Centro Atómico Ezeiza (CNEA), (1802) Ezeiza*

⁵ *División Antropología, Facultad. de Ciencias Naturales y Museo (Conicet - UNLP), (1900) La Plata*

⁶ *Departamento de Bioantropología y Evolución (UNR), (2000) Rosario*

⁷ *Escuela de Antropología, Facultad de Humanidades y Artes (Conicet - UNR), (2000) Rosario*

⁸ *Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas (UNL), (3000) Santa Fe*

La Dosimetría Retrospectiva emplea la dosis de radiación ionizante absorbida (rayos cósmicos, decaimiento de uranio o torio, etc.) a lo largo del tiempo por una muestra arqueológica o paleontológica como medio para determinar la edad, es decir para establecer su antigüedad en unidades de años antes del presente (AP). En este trabajo nos enfocamos en Dosimetría Retrospectiva por Resonancia Paramagnética Electrónica (EPR) [1]. Aplicando la técnica de EPR a las muestras en estudio es posible cuantificar la cantidad de radicales libres (típicamente CO_2^-) inducidos en las mismas por la radiación ionizante [2]. Dado que la dosis es proporcional al número de radicales libres, es posible obtener a través de estas medidas la dosis total absorbida y llevar a cabo la posterior datación de las muestras.

El esmalte dental humano y animal (hidroxiapatita carbonatada) posee excelentes propiedades dosimétricas y es ideal para este tipo de estudios [3]. Aquí presentamos resultados de EPR y de Análisis por Activación Neutrónica (AAN) obtenidos sobre dos molares humanos hallados en excavaciones arqueológicas ubicadas en la zona central de la provincia de Santa Fe [4]. Previsiones anteriores y resultados de la técnica de Carbono 14 sugieren fuertemente que los restos corresponden al período final del Holoceno tardío. En el trabajo discutimos cómo correlacionar los datos de EPR y AAN para obtener una datación relativa de las muestras (i. e. estimar la antigüedad relativa entre ellas) y lograr una posterior datación absoluta mediante el uso de programas computacionales específicos [5].

No tenemos conocimiento de experiencias previas de datación de muestras de esmalte dental humano por EPR halladas en excavaciones arqueológicas en la Argentina. Un mayor desarrollo de la Dosimetría Retrospectiva por EPR en el país permitiría optimizar la metodología, mejorar la capacidad de datación -principalmente en zonas con problemas de preservación ósea como la estudiada-, y ofrecer a los arqueólogos/paleontólogos una técnica alternativa más simple y menos onerosa que la del Carbono 14.

[1] R. F. H. Khan et al, *Applied Radiation and Isotopes* 62 (2005) 173.

[2] J. Gómez, G. Boretto, S. Gordillo, *Advances in Geomorphology and Quaternary Studies in Argentina*, Springer, Cap. 14 (2021) 337.

[3] P. Fattibene and F. Callens, *Applied Radiation and Isotopes* 68 (2010) 2033.

[4] P. E. Galligani, F. Balducci, J. I. Sartori, *Arqueología* 27(1) (2021) 117.

[5] R. Grün, *Quaternary Geochronology* 4 (2009) 231.

Miércoles 17 15:15 – 15:40 hs

Aula -207, CPSK

Memoria de las cadenas de fuerza en medios granulares bajo ciclos de carga y descarga

Sedofeito Rajo Camila¹, Gallot Gilloteau Thomas¹, Olivera Noelia¹, Tancredi Gonzalo¹

¹ *Universidad de la República*

Los materiales granulares exhiben comportamientos mecánicos complejos que surgen de la inhomogeneidad en el empaquetamiento de los granos y de la reorganización dinámica de los contactos entre granos bajo esfuerzos aplicados. Los experimentos de laboratorio con medios granulares ofrecen un entorno controlado para investigar fenómenos naturales complejos, como sistemas de fallas similares a terremotos y los procesos de compactación de asteroides tipo rubble-pile. En este estudio, utilizamos una caja cúbica de 50 cm de lado rellena con material granular, sometida a presión de confinamiento mediante presión hidráulica. El desplazamiento de

la caja es monitoreado con una cámara digital, mientras que las tensiones internas son medidas con alta precisión usando sensores de presión piezorresistivos dispuestos en las paredes de la caja. La respuesta mecánica del material es caracterizada bajo condiciones de carga y descarga cuasiestáticas. Observamos una histéresis pronunciada, y una deformación residual total de aproximadamente un 3% tras varios ciclos oideométricos de carga y descarga. Atribuimos este comportamiento principalmente a la compactación granular y la reorganización de los granos, más que a la pérdida de masa o deformación de partículas individuales. Observamos caídas de esfuerzo seguidas de relajación en la deformación, debido a la ausencia de fuerzas repulsivas entre la mayoría de los granos y la reorientación de las cadenas de fuerza horizontales. A pesar de la compactación irreversible, la curva esfuerzo-deformación durante la descarga se mantiene estable, lo que sugiere que el comportamiento de descarga no se ve significativamente afectado por los ciclos de carga previos. El análisis del factor de redirección indica que la fricción desempeña un papel negligible durante la carga, pero se vuelve crítica durante la descarga, influyendo de manera significativa en la respuesta del material. Las mediciones de tensiones internas muestran una alta variabilidad espacial que permanece notablemente estable en el tiempo. El medio granular muestra una capacidad de retener la memoria de su red de cadenas de fuerza durante un período de un año, reproduciendo consistentemente su comportamiento mecánico. La compactación irreversible observada contribuye a un aumento en la elasticidad global del material. Las comparaciones con modelos elásticos como la Teoría de Medios Efectivos (EMT) ponen de manifiesto el papel central de la fricción y la reorganización granular en el comportamiento del sistema.

Miércoles 17 15:40 – 16:00 hs

Aula -207, CPSK

Predicción del contenido total de electrones en la ionosfera sobre Tucumán usando aprendizaje profundo

Villegas A^{1 2}, Argüelles N B^{1 2}, Asamoah E N³, Torres Peralta T J^{1 2}, Melendi Y D^{4 5}, Paz M F¹, Cesaroni C³, Molina M G^{1 2 3}

¹ *Tucumán Space Weather Center (TWSC), Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología (FACET), Universidad Nacional de Tucumán (UNT)*

² *Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina*

³ *Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), Italia*

⁴ *Departamento de Física, Universidad Nacional del Sur (UNS), Bahía Blanca, Argentina*

⁵ *Instituto de Física del Sur (CONICET-UNS), Bahía Blanca, Argentina*

El contenido total de electrones (TEC) es uno de los parámetros más relevantes en el estudio de la ionósfera. El estudio y pronóstico del TEC es de gran importancia a nivel operativo, debido al impacto que este tiene en las telecomunicaciones así como en aplicaciones dependientes de tecnologías espaciales como puede ser el posicionamiento preciso, aviación civil, etc.

Existen múltiples modelos de predicción de TEC, pero en los últimos años el aprendizaje profundo ha dominado sobre métodos estadísticos más tradicionales, con resultados más prometedores. Sin embargo, la mayoría de estos modelos se centran en el pronóstico global, con resoluciones de 1 o 2 horas.

El objetivo general de este trabajo es construir un modelo capaz de predecir TEC con una resolución temporal de 10 minutos, utilizando datos de la estación ionosférica Tucumán (latitud -26.8°, longitud -65.2°). Así, se mostró la capacidad de los modelos de aprendizaje profundo, en particular modelos basados en la auto-atención (self-attention), también conocidos como transformers, para realizar el pronóstico de TEC con una alta resolución temporal. Este modelo fue construido poniendo foco en la ingeniería y selección de características, usando un procedimiento de selección automática basado en la permutación de características.

Los resultados preliminares son prometedores, con errores del orden de 3 a 4 TECu, lo que es consistente con los resultados obtenidos para resoluciones más bajas.

División Enseñanza de la Física (en conjunto con División de Historia de la Física)

Lunes 15 14:00 – 15:00 hs

Aula -204, CPSK

Charla invitada: Del aula al museo: historia viva de la física en la UNLP

Von Reichenbach Cecilia¹, Santamaría Mariana¹, Taylor Marcela^{2 1}, Cabana Florencia¹

¹ *Museo de Física, Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Plata (UNLP)*

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

El Museo de Física de la Universidad Nacional de La Plata forma parte del Departamento de Física de la Facultad de Ciencias Exactas, la primera institución del país que se dedicó a la física a nivel universitario. Allí, a partir de una antigua y muy completa colección de instrumentos científicos de demostración, se creó una exhibición alrededor de la cual se realizan actividades muy diversas. En ellas trabaja un grupo interdisciplinario que se ocupa de la conservación de los instrumentos, los libros y los documentos; de la investigación en la historia de los instrumentos, de la institución y de sus docentes e investigadores; de las actividades de docencia, de extensión y de cultura científica. La historia de los instrumentos se remonta a 1906, cuando el primer director del Departamento de Física, el ingeniero uruguayo Tebaldo Ricaldoni adquirió, con fondos de la recién creada UNLP, más de 2500 instrumentos a la firma alemana Max Kohl. Con estos equipos, de un excelente diseño y construcción, el físico alemán Emil Bose y la fisicoquímica danesa Margrete Heiberg iniciaron las primeras clases de física experimental del país, en el año 1909. El Museo fue fundado en 1994, y desde 1998 funciona recibiendo públicos diversos, y desarrollando tareas de enseñanza, investigación, y extensión, además de las de conservación preventiva propias de su carácter de museo histórico. Actualmente, en el marco de las actividades que allí se desarrollan, los instrumentos mantienen su función original de enseñanza, pero ésta se amplía y diversifica. Por un lado, esto se debe a que las personas que disfrutan de aprender física mediante estos instrumentos abarcan todas las edades y se acercan con diversos intereses. Por otro lado, no solo permiten trabajar conceptos y leyes de la física, sino también enseñar sobre la naturaleza de las ciencias, abordando aspectos de filosofía, historia y sociología de las ciencias. Un mismo instrumento puede cumplir diferentes funciones según el objetivo de enseñanza, y utilizarse con diversas finalidades didácticas, como movilizar el aprendizaje, indagar concepciones alternativas, evaluar, profundizar o transferir conocimientos. El ahondar en las potencialidades didácticas de cada instrumento también permitió realizar actividades de promoción de cultura científica y de extensión, motorizadas por estudiantes y docentes. Además, las actividades de cultura científica desarrolladas vincularon al museo con especialistas en otros saberes relacionados a la filosofía, la historia, el arte escénico, la música, la pintura, las ciencias exactas y naturales, y miembros de diversos colectivos, que permitieron un enriquecedor abordaje de temas que no son los de la disciplina misma, sino vinculados a problemáticas sociales, ambientales, históricas, etc. La conservación preventiva de la colección y su correcta manipulación son esenciales para poder seguir poniendo en funcionamiento los instrumentos. La restauración y digitalización de libros institucionales que son solicitados por investigadores locales y de otras instituciones, son puestos a disposición de la comunidad a través de la página web del Museo, como así también la colección digital de los instrumentos.

La comunicación de este patrimonio y las investigaciones que se llevan adelante sobre ellos también cumplen un rol fundamental dentro del museo. Así, esta colección centenaria que estaba destinada a la enseñanza de fenómenos físicos hoy en día puede asumir otros roles. Los instrumentos no solo se cargan de otros sentidos cuando se los vincula a historias de personas y procesos, sino

que pueden transformarse en obras de arte, ser incluidos en obras de teatro científico o incluso transformarse en instrumentos musicales cuando entra en juego la articulación arte y ciencia. El rol hacia dentro y fuera de la comunidad universitaria cobra otra dimensión en actividades de cultura científica como Ferias de ciencia en espacios públicos o la Noche de Museos a la luz de la Luna, que se ha transformado en el evento más concurrido en el museo, con mayor llegada e impacto en la comunidad.

Lunes 15 15:00 – 15:20 hs

Aula -204, CPSK

Señando la física: primeros pasos

Godoy M E¹, Lucero A P¹, Baigorria J¹, Villegas M¹, Linares J¹, Rodriguez M¹, Nuñez B¹, Daguerre A¹

¹ *Universidad Nacional de San Luis (UNSL) San Luis (capital)*

En este trabajo presentamos los primeros pasos de un grupo interdisciplinar que mediante un enfoque colaborativo ha logrado combinar la expertise en física con el conocimiento especializado en educación de sordos y la competencia lingüística en Lengua de Señas Argentina (LSA) para generar material didáctico que disminuya la grieta comunicacional en la enseñanza y el aprendizaje de la física, en particular del concepto de fuerza. La iniciativa surge del reconocimiento de las barreras sistemáticas que enfrentan las personas sordas para acceder al conocimiento científico, particularmente en áreas como la física, donde tradicionalmente se emplean metodologías auditivo-verbales y donde se carece de recursos pedagógicos adaptados. La física, como ciencia fundamental que describe los fenómenos naturales y constituye la base de múltiples desarrollos tecnológicos, debe ser accesible para todos los sectores de la sociedad, independientemente de sus características sensoriales. Las actividades iniciales que presentamos incluyen el análisis de las necesidades específicas de aprendizaje de los estudiantes sordos, la adaptación de contenidos curriculares de física para educación secundaria de estos estudiantes en la provincia de San Luis y el desarrollo de recursos didácticos visuales y táctiles que complementen la comunicación en LSA. Este trabajo representa un paso significativo hacia una alfabetización científica crítica, con independencia de las heterogeneidades que se presentan en el aula o la sociedad [1]. Ellas, implican un cambio en el modo de enseñar que, sin dudas, enriquece a quienes aprenden, pero también a quienes enseñan.

[1] Organización de las Naciones Unidas (2015). Rescatado el 10 de julio de 2025 desde: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/education/>

Lunes 15 15:20 – 15:40 hs

Aula -204, CPSK

MissionMotion: videojuego gratuito para enseñar cinemática en secundaria con sensores y gráficos en tiempo real

Marti Arturo C.¹, Mateo Dutra¹, Stari Cecilia¹, Monteiro Martin¹, Suarez Alvaro¹, Sguilla Silvia¹, Abreu Marcos¹

¹ *Facultad de Ciencias, Universidad de la República de Uruguay (UDELAR)*

Los conceptos de cinemática son fundamentales en la enseñanza de la física pero suelen presentar dificultades para los estudiantes de educación media, especialmente al interpretar gráficos de movimiento. Investigaciones recientes destacan que el uso de representaciones gráficas en tiempo real, junto con estrategias de gamificación, puede mejorar la comprensión y motivación de los estudiantes. En este marco, se está desarrollando MissionMotion, un videojuego físico-computacional gratuito que propone una forma activa y lúdica de aprender cinemática. El estudiante debe replicar con su cuerpo un movimiento representado en un gráfico de posición

o velocidad. Un sensor ultrasónico registra su desplazamiento en tiempo real y genera un gráfico que se superpone al gráfico objetivo. La similitud entre ambos determina una puntuación, transformando el ejercicio en un desafío interactivo. El proyecto busca abordar errores frecuentes en la enseñanza de la cinemática, como la confusión entre posición, desplazamiento, distancia, velocidad y aceleración, o la mala interpretación de la pendiente en los gráficos. Además del desarrollo del videojuego, se diseñan actividades didácticas y estrategias pedagógicas para su uso en el aula, junto con instancias de formación docente. Para evaluar su efectividad, se realizarán pruebas con estudiantes de secundaria, incluyendo evaluaciones antes y después de la intervención y entrevistas a docentes y alumnos. Los primeros resultados indican mejoras significativas en la comprensión de los conceptos y un alto nivel de motivación. Actualmente, el videojuego se encuentra en su etapa final de desarrollo. Será de libre acceso, con el objetivo de facilitar su adopción en Uruguay y otros países. El proyecto cuenta con el apoyo de la ANII y la Fundación Ceibal, lo que permitirá su expansión. Se espera que esta propuesta contribuya a reducir la brecha entre teoría y práctica en la enseñanza de la física, promoviendo un aprendizaje más dinámico, interactivo y significativo.

Lunes 15 15:40 – 16:00 hs

Aula -204, CPSK

Asamblea de la División de Enseñanza de la Física

Física Atómica y Molecular

Martes 16 14:00 – 14:12 hs

Aula -207, CPSK

Ionización de neón y argón por pulsos láser infrarrojos intensos

Mérida E. F.¹, López S. D.²

¹ *Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de Salta (UNSa)*

² *Instituto de Investigación en Energías No Convencionales (INENCO), (UNSa - CONICET)*

La ionización atómica provocada por láseres intensos del infrarrojo es un proceso altamente no lineal donde el electrón absorbe muchos fotones hasta alcanzar el continuo [1]. Muchas de las características de los espectros fotoelectrónicos son bien descritas mediante interpretaciones de la mecánica clásica, pero se observan otras puramente cuánticas, como mínimos y estructuras nodales (interferencias) que son distintivas de la dinámica de los electrones en estos procesos [2]. En este trabajo estudiamos procesos de ionización de átomos de neón y argón mediante pulsos infrarrojos intensos en el régimen de tunnelling, haciendo foco en la influencia de los electrones pasivos. El proceso se puede considerar en tres partes: un estado inicial, que describe al sistema antes de la acción del pulso; la evolución propiamente dicha donde actúa el pulso y el estado asintótico final, cuando se detecta al electrón. Mediante la aproximación de campo fuerte (SFA) [3] se puede observar la influencia de los electrones pasivos representados por el potencial que modela al átomo en el estado inicial. Por otra parte, dado que la SFA no contempla la interacción entre el electrón emitido y el ion remanente, utilizamos la solución ab-initio de la Ecuación de Schrödinger Dependiente del Tiempo (TDSE) [4] y el modelo semiclásico de dos pasos que permite un análogo clásico basado en trayectorias (SCTS) [5], para incorporar explícitamente el potencial de Coulomb y de corto alcance en la dinámica de ionización.

A partir de los resultados obtenidos, encontramos que la descripción del estado inicial resulta poco importante comparada con las etapas posteriores del proceso de ionización, y la descripción del blanco lleva a variaciones apreciables en las estructuras de interferencia.

[1] P. Agostini and L. F. DiMauro. *Advances in Atomic Molecular and Optical Physics*, 61 (2012) 117.

[2] D. G. Arbó, E. Persson and J. Burgdörfer, *Phys. Rev. A* 74 (2006) 063407.

[3] M. V. Ammosov, N. B. Delone and V. P. Krainov, in *High intensity laser processes*, Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers (SPIE) Conference Series 664 (1986) 138.

[4] D. Bauer and P. Koval *Comp. Phys. Comm.* 174 (2006) 396.

[5] S. D. López and D. G. Arbó, *Phys. Rev. A* 100 (2019) 023419.

Martes 16 14:12 – 14:24 hs

Aula -207, CPSK

El propagador de polarización relativista restringido por simetría R o de pseudo-espín

Ramirez Brisa Aylen¹, Aucar Gustavo Adolfo¹

¹ *Instituto de Modelado e Innovación Tecnológica (IMIT), Universidad Nacional del Nordeste (UNNE), Corrientes (capital)*

La espectroscopía es una herramienta fundamental para estudiar la interacción de la materia con la radiación electromagnética. En particular, la espectroscopía de resonancia magnética nuclear (RMN) permite conocer ciertas propiedades electrónicas y estructurales a nivel atómico y molecular. Los parámetros espectroscópicos que se obtienen con estas técnicas, como el

apantallamiento magnético (σ) y el acoplamiento indirecto entre espines nucleares (J), son sensibles a la densidad electrónica local y a las interacciones entre espines nucleares transmitidas a través de los electrones. En moléculas con átomos pesados se deben incorporar efectos relativistas para lograr una descripción adecuada de los espectros [1].

La teoría de propagadores de polarización surgió dentro del régimen no relativista (NR) y demostró ser una herramienta eficiente para estudiar propiedades de respuesta. Sus orígenes se encuentran en los trabajos originales de Zubarev, y Linderberg y Öhrn [2]. Sus primeros desarrollos pertenecen a Oddershede y colaboradores [3] y su extensión relativista apareció en 1993 [4]. En este trabajo se presenta una formulación novedosa del propagador de polarización relativista restringido por simetría R o de pseudo-spin, la que se basa en la aplicación de simetrías de inversión temporal [5]. Este desarrollo generaliza la teoría NR restringida por simetría de espín.

Sus principales resultados son: a) los operadores perturbativos utilizados en el régimen NR no se pueden obtener de forma sencilla a partir de sus contrapartes relativistas. Sí se los obtiene tomando el límite $c \rightarrow \infty$ para los hamiltonianos perturbativos relativistas; b) se desarrollaron dos modelos, uno que preserva la estructura diagonal por bloques de la inversa del propagador principal, permitiendo su interpretación en términos de pseudo-singulete y pseudo-triplete, y otro que considera el propagador completo. Ambos modelos tienen ventajas y desventajas en cuanto a costo computacional y estructura de las súper matrices de la inversa del propagador principal [6]. Uno de los resultados más recientes y de mayor impacto es que se puede expresar el apantallamiento σ como suma de un término pseudo-singulete que incluye correcciones relativistas escalares y otro pseudo-triplete que contiene las correcciones relativistas debidas al espín.

[1] J. Autschbach. High Resolution NMR Spectroscopy. R. Contreras Ed. Chap. 4. Elsevier. 2013.

[2] D. N. Zubarev. Soviet Physics Uspekhi 3 (1960) 320; J. Linderberg and Y. Öhrn. Phys. Rev. 139 (1965) A1063; J. Linderberg and Y. Öhrn. Propagators in quantum chemistry. John Wiley & Sons. 2004.

[3] J. Oddershede et al. Comp. Phys. Rep. 2 (1984) 33.

[4] G. A. Aucar y J. Oddershede. Int. J. Quant. Chem. 47 (1993) 425; G. A. Aucar y A. F. Maldonado. Comprehensive Computational Chemistry. Vol. 3. Elsevier. 2024.

[5] G. A. Aucar, H. J. Aa Jensen y J. Oddershede. Chem. Phys. Lett. 232 (1995) 47.

[6] B. A. Ramirez, D. F. E. Bajac y G. A. Aucar. 14th REHE Conference. Poster. The Netherlands. 2024.

Martes 16 14:24 – 14:36 hs

Aula -207, CPSK

Efectos de violación de la paridad en el gradiente del campo eléctrico

Aucar Juan José^{1, 2}, Maldonado Alejandro Fabián¹

¹ Instituto de Modelado e Innovación Tecnológica (IMIT), Corrientes (capital)

² Universidad Nacional del Nordeste (UNNE), Corrientes (capital)

El estudio de la ruptura de la simetría de inversión espacial o violación de la paridad (PV) permite evaluar el Modelo estándar de partículas [1] a bajas energías, y pretende además el desarrollo de nueva física, mas allá de dicho modelo. La conexión entre los efectos de PV y la quiralidad ha sido estudiada desde los años 60 [2], valiéndose de que dos enantiómeros (imágenes especulares) de una misma molécula poseen diferentes energías. La presencia de átomos pesados potencia considerablemente los efectos de PV [3], pero hasta el momento no ha sido posible medirlos experimentalmente en moléculas que los contienen [4]. En este trabajo se presentan estudios de los efectos de PV sobre el gradiente del campo eléctrico (EFG) y la constante de acoplamiento cuadrupolar (NQCC) en una amplia variedad de sistemas moleculares quirales [5]. El

mismo se realiza a nivel relativista de cuatro componentes, con un hamiltoniano de Dirac-Hartree-Fock, desarrollando las expresiones formales de los efectos de PV sobre el EFG por primera vez. Los sistemas quirales estudiados son las moléculas XHFCIY ($X = C, Sn$; $Y = Br, I, At$), junto a los sistemas que contienen uranio NUHXY ($X, Y = F, Cl, Br, I$) y NUFXY ($X, Y = Cl, Br, I$). En los sistemas quirales que contienen uranio, los valores calculados de los efectos de PV sobre el NQCC son solamente dos órdenes de magnitud menores a la precisión experimental actual, en particular en la molécula quiral NUHFCI. Así, el sistema NUHFCI es un candidato adecuado para futuras mediciones experimentales de efectos de PV en moléculas. Los efectos en los cálculos relativistas de cuatro componentes de las funciones de bases utilizadas son estudiados en detalle, al igual que los efectos debido al modelo de distribución de carga nuclear y al balance cinético aplicado. Finalmente, se analiza la importancia de la descripción utilizada para los estados electrónicos de energía negativa en el espectro relativista.

[1] I. B. Khriplovich, *Parity nonconservation in atomic phenomena*, Gordon and Breach Science Publishers, Philadelphia, PA (United States), 1991.

[2] L. C. Bradley and N. S. Wall, *Nuovo Cimento* 25 (1962) 48.

[3] M. A. Bouchiat and C. Bouchiat, *J. Phys.* 35 (1974) 899.

[4] M. R. Fiechter, P. A. Haase, N. Saleh, P. Souillard, B. Tremblay, R. W. Havenith, R. G. Timmermans, P. Schwerdtfeger, J. Crassous and B. Darquie, et al., *J. Phys. Chem. Lett.* 13 (2022) 10011.

[5] J. J. Aucar and A. F. Maldonado, *Phys. Chem. Chem. Phys.* 27 (2025) 7594.

Martes 16 14:36 – 14:48 hs

Aula -207, CPSK

Integración de métodos computacionales para la predicción automatizada de estructuras cristalinas y polimorfos orgánicos

Varela Kristal N.^{1 2}, Pagola Gabriel I.^{1 2}, Lund Albert M.^{3 4}, Ferraro Marta B.^{1 2}, Orendt Anita M.³, Facelli Julio C.⁴

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

² *Instituto de Física de Buenos Aires (IFIBA)*

³ *Center for High Performance Computing, The University of Utah, Salt Lake City, UT, USA*

⁴ *Department of Biomedical Informatics, The University of Utah, Salt Lake City, UT, USA*

La capacidad de predecir estructuras cristalinas, evaluar el riesgo polimórfico y anticipar propiedades esenciales del material a partir de sus unidades químicas, hoy está siendo reconocida como una herramienta poderosa que ofrece una perspectiva entre las interacciones intermoleculares y la estructura del cristal [1].

La predicción de estructuras cristalinas (CSP, por sus siglas en inglés) requiere la integración de diferentes herramientas computacionales, principalmente para la generación, optimización y ordenamiento energético de estructuras. En este contexto, el MGAC-QE-OSG [2] es un algoritmo automatizado de alto rendimiento, diseñado para predecir estructuras cristalinas de moléculas orgánicas y sus polimorfos. Este utiliza un algoritmo genético del tipo Steady-State para la generación estructural, y cálculos de DFT mediante Quantum Espresso (QE) para la optimización local de cada posible candidato. Debido al alto costo computacional de los cálculos de DFT, estos se distribuyen de forma asincrónica en la plataforma de cómputo distribuido Open Science Grid (OSG). Una mejora clave del MGAC-QE-OSG fue la implementación de un módulo para la detección y eliminación de estructuras idénticas o casi equivalentes, lo cual fue esencial para mantener la diversidad poblacional y asegurar la convergencia eficiente hacia el mínimo energético global. Además de la predicción exitosa de estructuras de prueba como metanol y etanol, en

este trabajo se presenta el estudio del 1-butanol, con dos moléculas por celda unidad, y de los conformeros del 2-butanol a altas presiones.

[1] Yizu Zhang et al, Reference Module in Chemistry, Molecular Sciences and Chemical Engineering, Elsevier (2025.)

[2] K. N. Varela et al, J. Comput. Sci. 82 (2024) 102415.

Martes 16 14:48 – 15:00 hs

Aula -207, CPSK

Análisis del espectro IR e índice de refracción para determinar la concentración de agua en una muestra de glicerina contaminada.

Campos Viviana Del Valle¹, Algañaraz Iker Gael¹, Di Primio Octavio César¹, Corrales Chahar Fernanda², Cases Alicia¹

¹ Instituto de Física del Noroeste Argentino (IFINOA), FACET, UNT

² FBQyF, Universidad Nacional de Tucumán (UNT)

En el ámbito industrial, resulta fundamental el uso de técnicas analíticas que no sean destructivas ni generen contaminación ambiental. En el presente trabajo se aplicaron dos métodos que cumplen con estos requisitos. Se analizó una muestra de glicerina de uso didáctico con el objetivo de detectar y cuantificar la presencia de agua, a partir del estudio de dos propiedades ópticas: el índice de refracción y la absorbancia en una región específica del espectro infrarrojo. Para ello, se prepararon soluciones con diferentes concentraciones de agua, a partir de las cuales se construyeron las curvas de calibración correspondientes a cada propiedad. El análisis espectroscópico cuantitativo se centró en una región del infrarrojo donde el espectro de la glicerina pura presenta una señal prácticamente plana, mientras que el del agua pura muestra un máximo notable alrededor de los 2150 cm^{-1} . Esta metodología puede extenderse al análisis de otras soluciones, siempre que sus componentes no presenten absorciones significativas en dicha región espectral. Ambas técnicas proveyeron valores idénticos de concentración dentro de la incertidumbre experimental.

Martes 16 15:00 – 15:12 hs

Aula -207, CPSK

Implementación local de XES en azufre mediante la modificación de un espectrómetro Johann de alta resolución

Paz Guadalupe¹, Reviglio Ana Lucía¹, Ceppi Sergio^{2 3}

¹ Universidad Nacional de Río Cuarto (UNRC)

² Universidad Nacional de Córdoba (UNC)

³ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

La espectroscopía de emisión de rayos X (XES) se ha consolidado en los últimos años como una herramienta poderosa para el estudio detallado de la estructura electrónica local y la configuración de enlaces en materiales [1]. Esta técnica, complementaria a la fluorescencia de rayos X, permite acceder a información sensible a los cambios químicos en el entorno atómico, especialmente en elementos con múltiples estados de oxidación, como el azufre. No obstante, su aplicación ha estado tradicionalmente restringida al uso en grandes instalaciones experimentales, como fuentes de radiación sincrotrón, lo que representa una limitación significativa para su implementación local en laboratorios convencionales.

El presente trabajo tiene como objetivo principal implementar localmente la técnica XES para el estudio del entorno químico del azufre, utilizando un espectrómetro de fluorescencia de rayos X de alta resolución desarrollado en la Facultad de Matemática, Astronomía, Física y Computación (FAMAF) [2].

La elección del azufre como objeto de estudio responde a su relevancia en múltiples aplicaciones tecnológicas y científicas, incluyendo catálisis, electrocatálisis, química ambiental, baterías y síntesis orgánica. Gracias a su amplia gama de estados de oxidación y su capacidad para formar enlaces con elementos de electronegatividades variadas, el azufre muestra efectos notables en su estructura electrónica local [3-5]. Estas variaciones pueden ser detectadas mediante XES: en las transiciones $K\alpha$ se observan corrimientos sutiles en energías debido a efectos de transferencia de carga y apantallamiento, mientras que las $K\beta$ se ven más afectadas ya que implican transiciones desde los estados de valencia del elemento, que son los involucrados en los enlaces químicos, y por lo tanto, son más sensibles al número de oxidación.

Se realizaron experimentos con un espectrómetro de tipo Johann, equipado con un cristal esférico de Si(111), montado en geometría de Rowland dentro de una cámara de vacío (presión $< 0,1$ mbar). El diseño del sistema permite medir los rayos X provenientes de una muestra con alta resolución angular, condición indispensable para detectar variaciones espectrales del orden de unos pocos electronvoltios. Una vez obtenidos los espectros, se utilizaron modelos de ajuste teóricos para representar las líneas espectrales presentes, que permitieron extraer parámetros como energías, intensidades relativas y anchos de línea, necesarios para analizar cuantitativamente los efectos en el entorno químico.

[1] E. Gallo and P. Glatzel, *Advanced Materials* 26 (2014) 7730.

[2] S. Ceppi, Tesis doctoral, Facultad de Matemática, Astronomía y Física, Universidad Nacional de Córdoba, 2012.

[3] R. Alonso Mori et al, *Analytical Chemistry* 81 (2009) 6516.

[4] M. Kavcic et al, *ACS applied energy materials* 4 (2021) 2357.

[5] E. Sánchez, M. Torres Deluigi and G. Castellano, *Journal of Analytical Atomic Spectrometry* 34 (2019) 274.

Martes 16 15:12 – 15:24 hs

Aula -207, CPSK

Excitaciones electrónicas desde niveles S2s y S2p en α -S₈ y Li₂S_n

Mayorga Quarin Santiago^{1 2}, Luque Guillermina Leticia³, Stutz Guillermo Eduardo^{1 2}

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

² *Instituto de Física Enrique Gaviola (IFEG), Córdoba Capital*

³ *Instituto de Investigaciones en Físico-Química de Córdoba (INFIQC), Córdoba Capital*

En este trabajo estudiamos la factibilidad de utilizar la técnica de dispersión inelástica de rayos X (IXS) por excitación de electrones de coraza (dispersión Raman de rayos X XRS), como técnica espectroscópica de rayos X duros para la caracterización de α -S₈ elemental y polisulfuros de litio de distinto largo de cadena. Para ellos simulamos mediante el código OCEAN los espectros XRS tanto de transiciones desde los niveles 2s como los 2p de los átomos de azufre, a momentos transferidos bajo y alto (régimen dipolar y no dipolar respectivamente), en α -S₈ elemental y en cadenas de Li₂S_n ($n = 1, \dots, 8$). Las moléculas de Li₂S_n tienen forma de cadena abierta y se puede distinguir entre átomos de azufre internos y átomos de azufre terminales. Para el caso de transiciones desde niveles 2s, se observa en los átomos terminales que la primera transición sufre un corrimiento hacia energías más bajas de aproximadamente 1.5 eV, conformando en el espectro total un pre-pico separado del pico espectral principal del azufre. La estructura principal mantiene en los átomos internos de los polisulfuros la forma que tiene en el azufre elemental y al recibir contribución de todos los átomos internos su intensidad y área crecen con el largo de la cadena. La relación entre el área del pico principal y del pre-pico se distribuye de forma lineal como función del largo de cadena en las moléculas de cadenas más cortas $n = 3, \dots, 6$ teniendo un comportamiento más fluctuante en los de cadena más larga, esto debido en parte a que el

ancho natural del nivel 2s de los átomos de azufre (~ 1.3 eV) dificulta una separación adecuada de las estructuras analizadas, por lo que este rasgo espectral puede ser inconveniente para utilizar en la práctica. Transiciones desde los niveles 2p también muestran un corrimiento hacia bajas energías del primer pico espectral en los átomos terminales en una magnitud similar ~ 1.4 eV. En este caso a momento alto (contribuciones no dipolares) la contribución de los átomos terminales se puede contrastar con una contribución no dipolar, aproximadamente 3 eV por encima del primer pico espectral, que es producida principalmente por los átomos internos. La relación de intensidades entre los picos espectrales mencionados sigue una dependencia lineal en función del largo de la cadena y al ser el ancho del nivel 2p (~ 0.09 eV) significativamente menor que el del 2s resultaría más sencillo, en este caso, extraer las estructuras indicadas, obteniéndose un resultado más robusto. Se discutirá el uso de esta relación para implementar la técnica XRS en el estudio analítico de polisulfuros de litio. El estudio de polisulfuros de litio es de gran relevancia en el avance técnico para la implementación de baterías de litio-azufre en el futuro. La utilización de rayos X duros, en la técnica XRS, permitiría evitar los inconvenientes originados por la fuente de absorción de radiación que se presentan usualmente en otras técnicas basadas en rayos UV o rayos X blandos.

Martes 16 15:24 – 15:36 hs

Aula -207, CPSK

Estudio de daño por radiación producido por iones de Ar^+ con una energía de 20 KeV en una placa de Si(1 1 1).

Flores Julián Rodrigo¹, Cantero Esteban^{2 1 3}, Pérez Pablo², Sanchez Esteban^{2 1 3}

¹ Instituto Balseiro (IB)

² Centro Atómico Bariloche (CAB)

³ Instituto de Nanociencia y Nanotecnología (INN) Villa Maipo, nodo Bariloche

Se estudió el daño producido en una muestra de Si(111) por la irradiación con iones de Ar incidiendo normal a la superficie, con una energía de 20 keV y fluencias hasta $20 \times 10^{16} \text{ Ar}^+/\text{cm}^2$. Mediante Microscopía de Fuerza Atómica (AFM) se observó, en función de la fluencia, un pequeño aumento de la rugosidad (de 2 Å a 6 Å), y el inflamamiento (*swelling*) y posterior erosión (*sputtering*) de la superficie. De la dependencia de la altura de la superficie irradiada respecto de la inicial se obtuvo el coeficiente de sputtering $Y = 1,5 \pm 0,2$, el cual coincide con la bibliografía ($Y = 1,6$) [1] y el obtenido con el programa SRIM ($Y = 1,58$) [2].

Descontando el efecto del sputtering se obtuvo la dependencia de la altura producida por *swelling*, observándose la saturación de dicho efecto para fluencias mayores a $8 \times 10^{16} \text{ Ar}^+/\text{cm}^2$, con un incremento en la altura de 350 Å. La magnitud del inflamamiento sería debida no solo al incremento del volumen debido a la implantación de Ar en sitios intersticiales, sino también por la creación de vacancias con la migración de átomos de Si hacia la superficie.

Mediante Espectroscopía de Fotoelectrones inducida por rayos X (XPS) y Rutherford Backscattering Spectroscopy (RBS) se determinó la cantidad de Ar retenida por la muestra en la superficie y en volumen, respectivamente. Es de notar que ambas cantidades saturan, aunque para valores distintos de fluencia. Utilizando el perfil de implantación simulado con SRIM, y considerando la erosión que produce el proceso de sputtering, se logró hacer un modelo del perfil de implantación en función de la fluencia. Este modelo explica muy bien las dependencias de la composición de Ar con la fluencia de irradiación.

[1] R. Behrisch, ed., Sputtering by Particle Bombardment I. Physical Sputtering of Single-Element Solids, Springer-Verlag, 1981.

[2] M. D. Ziegler, J. P. Biersack and J. F. Ziegler. SRIM – The Stopping and Range of Ions in

Matter, <http://www.srim.org>, versión 2013.

Martes 16 15:36 – 15:48 hs

Aula -207, CPSK

Simulaciones atomísticas de irradiación con átomos y clústeres

Bringa Eduardo M.^{1 2}, Deluigi Orlando^{1 2}, Buzzacchi María José³, Tramontina Diego R.^{1 2}, González Cona Facundo M.¹

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

² *Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)*

³ *Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza, Argentina*

Los estudios de irradiación de materiales con átomos o clústeres permiten comprender la respuesta de esos materiales bajo condiciones de interés tecnológico, y además permiten modificaciones de sus propiedades que pueden mejorar la respuesta mecánica, de transporte, etcétera. Las simulaciones atomísticas de irradiación han sido de gran ayuda para interpretar resultados experimentales y para planear futuros experimentos.

Se van a mostrar resultados sobre irradiación de HfNbTaTiZr, una aleación de alta entropía (high-entropy alloy) con estructura bcc, utilizando clústeres con energías de 20-500 keV. El bombardeo lleva a modificaciones significativas de la región superficial, como ya ha sido descrito en metales simples y algunas aleaciones. Algo novedoso es que la respuesta plástica del material incluye la formación de nanogranos de distinta orientación, lo cual puede llevar a cambios significativos en la dureza del material.

Respecto a irradiación con iones de MeV, se han simulado trazas iónicas en distintos materiales, dentro del formalismo de “thermal-spike”. El Bi es un metal con una estructura cristalina muy anisotrópica, y un diagrama de fases muy complejo, que incluye fusión cerca de 600 K. En simulaciones de irradiación de nanoalambres de Bi encontramos que la onda de presión de la traza genera cavitación, resultando en poros debajo de la superficie de impacto, lo cual es consistente con resultados experimentales preliminares. Respecto a películas delgadas de TiO₂ con fase anatasa, encontramos que encima de un poder de frenamiento crítico la región de la traza se amorfiza. Analizamos el estado de las cargas y propiedades estructurales de este TiO₂ amorfo. Estas simulaciones sirven para guiar experimentos a realizarse en el futuro cercano. Finalmente se ha estudiado una traza en un hielo de pireno (C₁₆H₁₀), de interés en astrofísica. Irradiación lleva a una densidad reducida en la zona de la traza, y a numerosas reacciones químicas, incluyendo fragmentación y fusión de moléculas. Estos estudios se han llevado a cabo con colaboradores internacionales.

Martes 16 15:48 – 16:00 hs

Aula -207, CPSK

Reunión de la División de Física Atómica y Molecular

Física Médica

Lunes 15 14:00 – 15:00 hs

Aula -206, CPSK

Charla Invitada: Nuevos desafíos en protección radiológica

Sanchez G D^{1 2}

¹ *Facultad de Ciencias Exactas (FCE) Ciudad de La Plata, Laboratorio de Dosimetría y Protección Radiológica (LaDoPro)*

² *Sociedad Argentina de Física Médica (SAFIM) Belgrano*

En el año 1928 ya había muchos casos documentados sobre exposiciones y problemas debidos a la radiación entre los trabajadores en medicina y otros usos, como el uso de pinturas en base a Radio 226 (el famoso caso de "Las Chicas del Radium"). Entonces, en Suecia, en el marco de la Reunión de la Sociedad Internacional de Radiología se creó un grupo de trabajo con el objetivo de establecer recomendaciones para la prevención de los problemas derivados del uso de rayos X y el radium.

En la década de 1940, debido a la incorporación de las fuentes artificiales, los problemas se multiplicaron y el enfoque tuvo que ser ampliado. Por eso en 1950 se creó la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP), que al día de hoy es la institución que analiza los problemas relacionados con la radiación y emite recomendaciones en las que se basan las normas y regulaciones. Desde esa época los usos de las radiaciones se fueron diversificando. Podemos hablar de aplicaciones médicas, industriales y todo lo derivado del ciclo de combustible nuclear, desde la minería del uranio hasta la generación de energía nuclear. Por eso, el enfoque de la protección radiológica debe ser específico para cada tema, aunque en todos los casos el objetivo sea el mismo: disminuir el riesgo de efectos estocásticos como el cáncer y la leucemia, evitar los efectos determinísticos y prevenir accidentes radiológicos.

Si bien la mayoría de los problemas documentados se han producido en radioterapia, en los últimos años se ven más y más de casos de sobreexposición en procedimientos de radiología intervencionista. La mecánica tradicional para la prevención de accidentes fue analizar los accidentes que hayan ocurrido, determinar sus causas y, en base a eso, determinar qué se puede corregir para evitar que se repita esa situación. Sin embargo, esta metodología retrospectiva, habitual hasta hace unos veinte años, tiene el inconveniente de que para ser efectiva hay que esperar que ocurran los accidentes. La metodología actual tiene un enfoque prospectivo: utiliza herramientas – aplicadas originalmente en la industria nuclear – como es el análisis probabilístico de seguridad, adaptado a cada uno de los usos y teniendo en cuenta no solo accidentes graves sino también "incidentes" y "cuasi accidentes" (near misses).

Limitándonos a los usos médicos de las radiaciones las nuevas tecnologías logran día a día mejores resultados terapéuticos y diagnósticos. Esto ha llevado a una "danza de siglas" como IMRT, IGRT, SRS, SBRT, VMAT, BNCT, SPECT, PET y muchas más. Cada una de ellas ofrece mejores perspectivas, pero presenta nuevos desafíos en cuanto a la calidad y la seguridad.

Lunes 15 15:00 – 15:12 hs

Aula -206, CPSK

Análisis de sensibilidad de un modelo computacional de conductividad eléctrica en hueso cortical

Cely-ortíz Catalina A.¹, Cervantes María José¹, Irastorza Ramiro M.^{1 2}

¹ *Instituto de Física de Líquidos y Sistemas Biológicos (IFLYSIB) Ciudad de La Plata*

² *Facultad Regional La Plata (FRLP) Barrio Universitario*

La conductividad eléctrica del hueso cortical se propone como un biomarcador del estado fisiológico del tejido óseo, con aplicaciones en diagnóstico y seguimiento de procesos como la regeneración ósea. Esta propiedad dieléctrica depende significativamente de la composición (agua, minerales, colágeno) y de la microestructura del hueso, en particular de la porosidad y, en el caso del hueso cortical, la organización de los canales de Havers y de Volkmann que conforman la red vascular. Si bien existen modelos consolidados para describir el comportamiento mecánico del hueso, la simulación de su respuesta eléctrica aún plantea importantes desafíos, debido a la complejidad microestructural y a la variabilidad fisiológica del tejido. Abordando estos desafíos, desarrollamos un modelo computacional tridimensional simplificado que reproduce las características microestructurales esenciales del hueso cortical -como osteonas y canales vasculares- y permite explorar su conductividad eléctrica efectiva. Con el objetivo de evaluar la influencia relativa de ciertos parámetros sobre la conductividad, realizamos un análisis de sensibilidad global mediante el método de Sobol. Con este enfoque intentamos identificar qué propiedades de los materiales constitutivos y características estructurales tienen mayor impacto en la respuesta eléctrica del tejido, lo que permitiría orientar futuras optimizaciones del modelo y guiar el diseño de dispositivos biomédicos más precisos.

Lunes 15 15:12 – 15:24 hs

Aula -206, CPSK

Caracterización de tetraboratos de litio codopados para aplicaciones en dosimetría personal

Di Rocco Agustina^{1 2}, Cruz-zaragoza Epifanio³, Marcazzó Julián^{1 2}

¹ Instituto de Física Arroyo Seco (IFAS) Tandil

² Centro de Investigaciones en Física e Ingeniería del Centro de la Provincia de Buenos Aires (CIFICEN) Tandil

³ Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)

El desarrollo de nuevos materiales para la dosimetría de radiaciones ionizantes es un área activa de investigación, especialmente en contextos donde se requiere una evaluación precisa y localizada de la dosis absorbida, como en la dosimetría personal. En este marco, el tetraborato de litio ($\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$) se presenta como un candidato de gran interés debido a su número atómico efectivo ($Z_{\text{eff}} \approx 7,33$), similar al del tejido biológico ($Z_{\text{eff}} \approx 7,42$). Esta cercanía en el Z_{eff} implica que el material puede imitar de manera efectiva la interacción de la radiación con tejidos humanos, característica deseable en materiales dosimétricos.

En estudios previos con otros materiales luminiscentes, se ha observado que la incorporación de impurezas metálicas como la plata (Ag) y el cobre (Cu), utilizadas como co-activadores en conjunto con elementos de tierras raras, puede mejorar significativamente la respuesta dosimétrica. Estas combinaciones modifican la estructura electrónica local del anfitrión, generando centros trampa y de recombinación más eficientes para los procesos de luminiscencia. Si bien existen antecedentes con dopantes como Tm, Dy, Ce o Tb, aún no se han reportado estudios sistemáticos sobre el efecto de la incorporación de europio (Eu) y samario (Sm) en $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$, en presencia de plata.

El presente trabajo se centra en la síntesis, caracterización y evaluación dosimétrica de muestras de $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$ dopadas con tierras raras (Eu^{3+} y Sm^{3+}), en distintas concentraciones, y en algunos casos co-dopadas adicionalmente con plata. Las muestras fueron obtenidas mediante el método cerámico, y el objetivo principal es explorar cómo estas combinaciones afectan la respuesta luminiscente del material frente a diferentes tipos de radiación. En particular, se caracterizaron las propiedades de luminiscencia térmicamente estimulada (TL) y radioluminiscencia (RL). Estas mediciones se complementaron con caracterizaciones estructurales mediante microscopía electrónica de barrido (SEM) para evaluar la morfología y homogeneidad de las muestras, así como

con estudios espectroscópicos de absorción y emisión para identificar los centros ópticos responsables de la luminiscencia.

Lunes 15 15:24 – 15:36 hs

Aula -206, CPSK

Centelladores basados en nanocompuestos de $\text{YVO}_4\text{:Eu}$ -PEGDMA para dosimetría por fibra óptica en LINAC

Fernández Yohanna¹, Mentasti Luciana¹, Barreto Gastón¹, Marcazzó Julián¹, Zucchi Ileana², Santiago Martín¹

¹ *Centro de Investigaciones en Física e Ingeniería del Centro de la Provincia de Buenos Aires (CIFICEN) Tandil*

² *Instituto de Investigaciones en ciencia y tecnología de Materiales (INTEMA) Mar del Plata*

La dosimetría por fibra óptica (DFO) es una técnica de desarrollo reciente que sirve para estimar tasa de dosis en tratamientos de radioterapia y para caracterizar equipos de tratamiento radiante. La DFO se basa en el uso de un centellador submilimétrico acoplado al extremo de una fibra óptica. Dicho extremo se ubica en el punto del paciente donde se quiere estimar la tasa de dosis. Durante la irradiación la luz de centelleo es guiada por la fibra óptica fuera de la sala de tratamiento, donde un fotodetector mide su intensidad. La intensidad de la luz de centelleo es proporcional a la tasa de dosis absorbida [1]. El $\text{YVO}_4\text{:Eu}$ es un centellador de alta eficiencia, de interés para DFO en aceleradores lineales (LINAC) [2]. El $\text{YVO}_4\text{:Eu}$ no se comporta como un detector tejido-equivalente debido a que su alto número atómico efectivo produce una sobreestimación de la tasa de dosis. Con el fin de compensar dicha sobreestimación se sintetizaron exitosamente centelladores nanoestructurados basados en nanopartículas de $\text{YVO}_4\text{:Eu}$ dispersas en matrices epoxy de polietilenglicol dimetacrilato (PEGDMA) [3].

En este trabajo se fabricaron puntas de DFO basadas en dichos centelladores y se analizó su tejido-equivalencia, comparando su respuesta con respecto a la de una cámara de ionización, mediante la medición de perfiles de dosis en profundidad en un haz de fotones de un LINAC de 6MV.

[1] I. Veronese et al, Radiat. Meas. 174 (2024) 107125.

[2] N. Martinez et al, Radiat. Meas. 106 (2017) 650.

[3] L. Mentasti et al, Opt. Mat. 150 (2024), 115285.

Lunes 15 15:36 – 15:48 hs

Aula -206, CPSK

Desarrollo de un prototipo de fantoma accesible para medición de Unidades Hounsfield en tomografía computarizada

Fedorczuk Sandro David¹, Brunetti Valentin Nicolas¹, Jofré Leandro², Taube Malena^{3 4}, Corti Agustina³

¹ *Universidad Nacional de La Plata (UNLP) Ciudad de La Plata, Facultad de Ciencias Exactas (FCE) Ciudad de La Plata, Departamento de física.*

² *Universidad Nacional de La Plata (UNLP) Ciudad de La Plata, Facultad de Ciencias Exactas (FCE) Ciudad de La Plata, Laboratorio de Enseñanza de la Física.*

³ *Universidad Nacional de La Plata (UNLP) Ciudad de La Plata, Facultad de Ciencias Exactas (FCE) Ciudad de La Plata, Laboratorio de Dosimetría y Protección Radiológica (LaDoPro).*

⁴ *Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) Palermo, Centro de Investigaciones y Transferencia (CIT) de Santa Cruz.*

Los controles de calidad de los equipos de radiodiagnóstico resultan fundamentales para asegurar su correcto funcionamiento. Uno de los parámetros utilizados en las imágenes de

Tomografía Computarizada son las Unidades Hounsfield, que representan una medida de la atenuación de los tejidos y materiales. En este contexto, la utilización de fantasmas específicos para controles de calidad permiten realizar la evaluación de diferentes parámetros como la verificación de Unidades Hounsfield de los equipos en Tomografía Computarizada. Sin embargo, los fantasmas comerciales resultan ser muy costosos y de difícil adquisición en muchos establecimientos médicos con recursos limitados.

En el presente trabajo se expone el desarrollo de un fantoma de verificación de los valores Hounsfield en Tomografía Computarizada, construido a partir de materiales económicos y fácilmente accesibles. El desarrollo, la preparación de materiales y las discusiones previas del prototipo fueron realizadas en el Laboratorio de Dosimetría y Protección Radiológica, mientras que la fabricación del fantoma fue realizada en el laboratorio de Enseñanza de Física de la Universidad Nacional de La Plata, a partir de impresión 3D.

Las adquisiciones de datos para conocer los valores de Unidades Hounsfield de los materiales elegidos fueron hechas con un Tomógrafo Access marca Philips en un hospital público de la ciudad de La Plata.

Se presentan los valores de Unidades Hounsfield obtenidos y su comparación con los de un fantoma comercial, así como también un primer prototipo de fantoma propio realizado en impresión 3D.

Lunes 15 15:48 – 16:00 hs

Aula -206, CPSK

Desarrollo de un sistema de XFCT integrado a micro-CT para obtención de imágenes morfológicas y funcionales en entornos de laboratorio

Martín Nicolás Eugenio^{1 2}, Sofo Haro Miguel^{1 2 3}, Valente Mauro^{1 2 4}

¹ *Instituto de Física Enrique Gaviola (IFEG), Ciudad Universitaria, Córdoba, 5000, Córdoba, Argentina.*

² *Universidad Nacional de Córdoba (UNC) Córdoba Capital, FAMAF, LIIFAMIRX. Ciudad Universitaria, Córdoba, 5000, Córdoba, Argentina*

³ *Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Reactor Nuclear RA0, Ciudad Universitaria, Córdoba, 5000, Córdoba, Argentina*

⁴ *Centro de Excelencia en Física e Ingeniería en Salud (CFIS), Departamento de Ciencias Físicas, Universidad de La Frontera, Av. Salazar 01145, Casilla 54D, Temuco, 4811230, Temuco, Chile*

Se presenta el diseño, implementación y prueba de un sistema de tomografía por fluorescencia de rayos X (XFCT) integrado a un equipo de micro tomografía computada (micro-CT). El sistema se desarrolló íntegramente en el Laboratorio de Investigación e Instrumentación en Física Aplicada a la Medicina e Imágenes de Rayos X (LIIFAMIRx), perteneciente a la Universidad Nacional de Córdoba. Este desarrollo forma parte de un proyecto de tesis doctoral cuyo objetivo es la obtención de imágenes combinadas que integren información morfológica y funcional, con especial interés en aplicaciones en muestras biológicas, materiales con distribución heterogénea de trazadores y estudios de evaluación no destructiva. El sistema micro-CT emplea una fuente de rayos X con ánodo fijo [1] y un detector bidimensional de tipo *flat* panel de adquisición directa de imágenes digitales para la posterior reconstrucción tridimensional de la morfología interna de la muestra. Por su parte, la modalidad XFCT se incorpora a través de una arquitectura modular y automatizada que incluye una unidad de barrido lineal controlada por motores paso a paso, un sistema de colimación intercambiable y un detector CdTe (Amptek 100T-CdTe) [2] de alta resolución energética para la adquisición espectral puntual de la radiación que emerge de la muestra, y de allí extraer los rayos X fluorescentes emitidos por los elementos trazadores. Se desarrolló también un sistema de control unificado que permite la sincronización entre el movimiento de la muestra, la adquisición de imágenes radiográficas y espectros de fluorescen-

cia, así como los algoritmos de reconstrucción. Dicho sistema está basado en plataformas de desarrollo embebido, comunicación serie, y *software* personalizado que integra tanto la operación de los componentes como el procesamiento de los datos adquiridos. Los ensayos preliminares incluyeron estudios con materiales patrón, como fantasmas cilíndricos conteniendo muestras con trazas de elementos metálicos (como oro o plata); obteniéndose mapas de distribución espacial de agentes de alto número atómico, punto de partida para las imágenes funcionales, que alcanzando resolución submilimétrica. La comparación entre los volúmenes reconstruidos de morfología (micro-CT) y funcionalidad (XFCT) evidencia la viabilidad de la técnica para generar imágenes híbridas en 3D con información complementaria. El sistema desarrollado representa una plataforma versátil y adaptable, apta para investigaciones en física médica, ciencia de materiales, biotecnología y áreas afines. Su implementación en entornos de laboratorio permite avanzar en el estudio de metodologías de reconstrucción tomográfica multimodal y en el diseño de nuevas estrategias experimentales para el análisis no destructivo de estructuras internas con contenido elemental específico.

[1] YXLON International. (2020). User manual for YXLON 225D X-ray system (Rev. 3). YXLON International.

[2] Amptek Inc. (2009). XR-100T-CdTe X-Ray and Gamma Ray Detector User Manual.

Martes 16 14:00 – 14:12 hs

Aula -206, CPSK

Actividades de investigación en física médica desarrolladas por el LIIFAMIRx

Scarinci Ignacio^{1 2}, Di Paolo Lafalla Victoria², Gayol Amiel^{1 2}, Mattea Facundo³, Pérez Pedro^{1 2}, Ribó Montenovio Clara², Romero Marcelo³, Salinas Domján Carolina^{1 2}, Sofo Haro Miguel^{1 4}, Triviño Sebastian², Valente Mauro^{1 2 5}

¹ Instituto de Física Enrique Gaviola (IFEG) Córdoba Capital

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

³ Instituto de Investigación y Desarrollo en Ingeniería de Procesos y Química Aplicada (IPQA) Córdoba Capital

⁴ Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), RA0, Córdoba, Argentina

⁵ Centro de Excelencia en Física e Ingeniería en Salud (CFIS), Universidad de la Frontera (UFRO)

El Laboratorio de Investigaciones e Instrumentación en Física Aplicada a la Medicina e Imágenes por Rayos X (LIIFAMIRx), perteneciente a la Facultad de Matemática, Astronomía, Física y Computación (FAMAF) de la Universidad Nacional de Córdoba (UNC), se estableció en 2008 y desde entonces desarrolla investigación aplicada en física médica, con especial énfasis en el estudio de las radiaciones ionizantes y sus aplicaciones clínicas.

Las actividades del laboratorio se organizan en torno a cuatro líneas principales que responden a desafíos actuales de la disciplina: dosimetría no convencional, imágenes médicas avanzadas, medicina nuclear personalizada y física médica computacional. Todas ellas se abordan mediante un enfoque multidisciplinario que integra saberes de la física, la química, la biología y la ingeniería electrónica, lo que permite tratar problemáticas complejas desde una perspectiva integral.

En el área de dosimetría no convencional, se han desarrollado, desde los inicios del grupo, sistemas innovadores que incluyen dosímetros químicos basados en geles de Fricke y matrices poliméricas, acumulando una amplia experiencia en este campo. De forma complementaria, en los últimos años se ha avanzado en el estudio de dosímetros biológicos que emplean sistemas vivos basados en microorganismos como sensores de radiación, con especial atención en la correlación entre la dosis absorbida y la respuesta biológica.

La línea de investigación en imágenes médicas incorpora tecnologías de vanguardia como la

radioterapia guiada por resonancia magnética (MRI-Linacs), en la que se analizan los efectos dosimétricos asociados a campos magnéticos intensos. En paralelo, se investigan técnicas de imagen por fluorescencia de rayos X asistida por nanopartículas, explorando su potencial como agentes de contraste y su impacto en el realce de dosis en tratamientos radioterapéuticos. Las actividades en física médica computacional articulan desarrollos en medicina nuclear y en radioterapia externa. En este marco, se implementan algoritmos de inteligencia artificial para la dosimetría personalizada con radiofármacos, así como para la optimización de planes de tratamiento en radioterapia externa. Una línea emergente se orienta al uso de tecnología blockchain para garantizar la trazabilidad e integridad de los datos clínicos en procedimientos radioterapéuticos. En conjunto, estas líneas de investigación integran simulaciones Monte Carlo, desarrollo instrumental, procesamiento avanzado de imágenes y diseño de software especializado. El resultado de esta labor se refleja en una amplia producción científica, que evidencia el compromiso sostenido del LIIFAMIRx con el avance del conocimiento, la innovación tecnológica y la mejora de la práctica clínica en física médica.

Martes 16 14:12 – 14:24 hs

Aula -206, CPSK

Fabricación y caracterización de pastillas de SrB4O7 con interés en dosimetría

Sala Crist A M^{1 2}, Santiago M^{1 2}, Massa J^{2 3}, Marcazzó J^{1 2}

¹ Centro de Investigaciones en Física e Ingeniería del Centro de la Provincia de Buenos Aires (CIFICEN) Tandil

² Instituto de Física Arroyo Seco (IFAS) Tandil

³ Instituto de Investigación en Tecnologías Informáticas Avanzadas (INTIA), Tandil

Se sabe que la irradiación de un material produce la ionización de sus cargas. Si este material es un aislante o semiconductor, estas cargas pueden acabar atrapadas en centros metaestables que se encuentran en la región de energías prohibidas, entre las bandas de valencia y de conducción del material. Las cargas atrapadas pueden volver a estimularse a posteriori a través de distintos métodos, entre los que se encuentra el fenómeno de luminiscencia estimulada ópticamente (OSL - Optically Stimulated Luminescence) [1], el cual consiste en estimular al material utilizando luz visible para provocar las transiciones radiativas características del mismo. En caso de poder relacionar la intensidad de la señal luminiscente emitida con la dosis de radiación absorbida, el material puede resultar útil para realizar dosimetría.

Se ha observado previamente [2] que el tetraborato de estroncio puro es buen candidato a dosímetro en base a la técnica de termoluminiscencia (TL, luminiscencia estimulada térmicamente) [3], pero hasta este momento no se han reportado estudios sobre sus propiedades OSL. En este trabajo se encontró por primera vez que el tetraborato de estroncio es también un buen material para ser evaluado como dosímetro OSL. En este contexto, se fabricaron pastillas de SrB4O7 a través de un proceso de sinterizado del polvo a alta presión y temperatura y se halló que tanto la señal TL como la señal OSL mejoran considerablemente luego del proceso de sinterizado. En este estudio se presentan los resultados preliminares de las propiedades de luminiscencia estimulada ópticamente y dosimétricas del SrB4O7 en pastillas y se evalúa la factibilidad de uso como dosímetro OSL.

[1] Yukihiro E. G, McKeever S. W, Akselrod M. S (2014) Radiation Measurements 71, 15-24.

[2] Santiago M, Lavat A, Caselli E, Lester M, Perisinotti L. J, de Figuereido A. K, Spano F, Ortega F (1998) physica status solidi (a) 167, 233-236.

[3] Bos, A.J.J. (2006) Radiation Measurements 41, S45-S56.

Martes 16 14:24 – 14:36 hs

Aula -206, CPSK

Diseño y construcción de un dispositivo automatizado para evaluar la memoria temporal en ratones.Gaita Florencia Mailen^{1 2}, Grebe Julia María^{1 2}, Vidal Angel C.^{3 4}, Feld Mariana^{3 4}, D'herz Santiago^{1 3 2 4}¹ *Universidad de Buenos Aires (UBA) San Nicolas*² *Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN) Belgrano*³ *Instituto de Fisiología, Biología Molecular y Neurociencias (IFIBYNE) Belgrano*⁴ *Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) Palermo*

La memoria temporal es la capacidad de codificar, almacenar y recuperar información sobre la secuencia y el momento en que ocurrieron los eventos; es decir, permite representar “qué sucedió y cuándo”, reflejando la relación temporal entre los elementos de una experiencia determinada. Este tipo de memoria se ve particularmente afectado en los estadios iniciales de la Enfermedad de Alzheimer (EA), constituyendo uno de los principales marcadores clínicos de la patología [1]. El estudio de estas alteraciones mediante modelos animales es de gran importancia para comprender los mecanismos subyacentes a la enfermedad.

El diseño de experimentos conductuales requiere en la actualidad el control y la monitorización de diferentes flujos de datos. Este proyecto tuvo como objetivo el diseño y puesta a punto de una arena experimental automatizada que permita evaluar la memoria temporal en ratones, particularmente su capacidad para reconocer secuencias temporales de eventos. Con este dispositivo, se estudiarán ratones wildtype y triple-transgénicos (3xTg) modelo de la EA [2] (con fondo genético C57BL6/J) en tareas de aprendizaje y memoria.

Aprovechando la tendencia natural de los roedores a explorar, diseñamos se empleará una recámara circular equipada con cinco luces, una cámara de video y un administrador de recompensas, controlados por una placa Arduino, mediante el programa Bonsai visual reactive programming (Bonsai, [3]). Bonsai es un software de uso libre que, en este caso, se emplea para automatizar el experimento y facilitar la comunicación entre los distintos componentes utilizados.

El experimento consiste en la presentación de secuencias de estímulos luminosos asociados con recompensas. En primer lugar, se busca que el ratón asocie las recompensas con alcanzar a tiempo una señal luminosa y posteriormente, se incrementará la cantidad de elementos de la secuencia. Se presentarán resultados del trabajo en progreso empleando software de código abierto para la estimación de la posición (DeepLabCut) y algoritmos desarrollados en nuestro laboratorio [4] para analizar los movimientos, tiempos de reacción y errores cometidos por los animales wildtype y 3xTg a partir de videos filmados durante los experimentos.

Martes 16 14:36 – 14:48 hs

Aula -206, CPSK

Optimización de detectores “Tiempo de Vuelo” en Tomografía por Emisión de PositronesBruno N¹, Rabin C¹, Estrade A²¹ *Sociedad Uruguaya de Física (SUF)*² *Universidad Central de Michigan*

La Tomografía Por Emisión De Positrones (PET) es una modalidad de imagen de gran aplicación en el diagnóstico de diferentes patologías, que se basa en la utilización de elementos radioactivos emisores de positrones. Los positrones recorrerán cortas distancias en el organismo y se aniquilarán con los electrones del tejido, produciendo fotones de aniquilación. Para detectar la posición del evento de aniquilación dentro del cuerpo, se utilizan detectores de radiación basado

en materiales centelladores. A su vez, la resolución con la que se pueda medir el Tiempo De Vuelo (TOF) de los fotones, permitirá determinar con mayor precisión la posición del evento de aniquilación y mejorar así la resolución espacial de la imagen[1]. El objetivo de esta investigación es evaluar, mediante simulación Monte Carlo (MC), diferentes aspectos de diseño que permitan aumentar la resolución del TOF. Para ello, mediante Geant4, se simularon diferentes geometrías de cristales LYSO (OrtoSilicato de Lutecio e Ytrio) y disposiciones de Fotomultiplicadores de Silicio (SiPM), y con la herramienta Root se realizó el modelado del comportamiento de los SiPM, el post-procesamiento y el análisis de los datos. A su vez, se incorporó en la simulación la corrección por Profundidad De Interacción (DOI). Esta corrección podría ser de utilidad en el diseño de detectores, como una herramienta computacional de post-procesado para mejorar la resolución del TOF. El uso de estas simulaciones permite optimizar que configuraciones y materiales de centelleo podrían generar resultados prometedores, para luego ser desarrollados experimentalmente en el campo de detectores para uso médico.

[1] Paul Lecoq et al 2020 Phys. Med. Biol. 65 21RM01.

Martes 16 14:48 – 15:00 hs

Aula -206, CPSK

Súper Resolución de mapas de dosis para BNCT mediante representaciones neuronales implícitas

Marzik Guillermo^{1 2 3}, Capoulat María Eugenia^{1 2 3}, Minsky Daniel^{1 2 3}

¹ Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) Nuñez, Gerencia de Investigación y Aplicaciones

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) Palermo

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

En el marco de la Terapia por Captura Neutrónica en Boro (BNCT, por sus siglas en inglés), una planificación precisa es crucial para asegurar la eficacia del tratamiento. Con este fin, se simulan mediante técnicas basadas en Monte Carlo, mapas de distribución de dosis a partir de la anatomía del paciente obtenida mediante una tomografía computada del paciente a tratar, de las concentraciones de boro estimadas y de la configuración de la fuente de neutrones propuesta. Con el fin de reducir el costo computacional, estos mapas de dosis se generan usualmente a resoluciones mucho menores que las de la tomografía original, limitando la capacidad de los médicos de evaluar la calidad del tratamiento, especialmente cuando el volumen del tumor a controlar o el del órgano sano en riesgo es relativamente pequeño. En este trabajo se propone un modelo de super resolución basado en representaciones neuronales implícitas cuyo objetivo es mejorar el nivel de detalle en los mapas de dosis, habilitando un mejor análisis diferenciado por tipo de tejido. El modelo propuesto fue entrenado con mapas de distribución de dosis tridimensionales de la zona de cabeza y cuello basados en vóxeles cúbicos de 1 *cm* de lado, y fue evaluado sobre mapas simulados bajo las mismas configuraciones, pero con voxels de 3 *mm* de lado. Se utilizaron seis métricas para estudiar la calidad de las estimaciones: error cuadrático medio, índice de similitud estructural, relación señal a ruido pico, porcentaje de vóxeles con error admisible, máximo error absoluto y máximo error relativo. Se comparó el modelo propuesto con uno de referencia, basado en una interpolación lineal. Los resultados experimentales muestran que el modelo propuesto es capaz de aumentar la resolución de los mapas de dosis, superando los resultados que ofrecen las interpolaciones lineales clásicas.

Martes 16 15:00 – 15:12 hs

Aula -206, CPSK

Técnicas para la planificación de tratamientos de radioterapia en mama

Sosa Mariano¹, Bruno Nahuel¹, Larrinaga Eduardo¹

¹ *Sociedad Uruguaya de Física (SUF)*

La técnica de campo en campo (Field in Field o FiF) es una técnica sencilla y ampliamente usada en los tratamientos de mama completa, es decir, sin incluir refuerzos ni irradiación de ganglios. Por otro lado, la técnica de terapia de arco con modulación de intensidad (VMAT) permite una mejor conformación de dosis al volumen blanco de planificación (PTV), aunque su implementación sea más compleja. El objetivo del estudio es comparar las distribuciones de dosis en la planificación de tratamientos de mama con ambas técnicas.

Se utilizó el sistema de planificación de tratamientos (TPS) Eclipse v16.1 y el algoritmo de cálculo de dosis Acuros XB v16.1, Varian Palo Alto, para realizar las planificaciones. Se realizó un estudio retrospectivo de los planes de mama FiF convencionales de un conjunto de veinticuatro pacientes y se planificaron utilizando la técnica VMAT parcial descrita por Fogliata y col[1]. De esta forma se compararon las dosis en: órganos de riesgo (OAR), PTV y piel. De estas planificaciones se realizó un análisis obteniendo los histogramas de dosis(%) - volumen(%) en valores relativos para los órganos de riesgo y PTV, y en valores absolutos dosis(cGy) - volumen(cc) para la dosis en piel. Se prestó especial atención en la dosis en piel, como posible predictor de efectos adversos a mediano y largo plazo [2]. Se observa que la dosis en órganos de riesgo es menor con técnica VMAT, y en dosis en piel presentan un rendimiento similar, con una tendencia a ser mejor. Se evaluó también la homogeneidad de los PTV, que es mayor en promedio para VMAT y con menor desviación estándar. Se utiliza la dosis en piel obtenida para determinar la probabilidad de complicaciones post tratamiento [2], donde se observa que la técnica VMAT parcial resulta en una probabilidad menor respecto a la técnica FiF.

[1] A. Fogliata et al., Br. J. Radiol. 90 (2017) 20160701.

[2] A. Cicchetti et al., Radiother. Oncol. 123 (2017) 123–130.

Martes 16 15:12 – 15:24 hs

Aula -206, CPSK

Uso de Vision Transformer para la clasificación automatizada de enfisema en pacientes con EPOC a partir de CT

Zúñiga Osorio Laura¹, Bernardo Agustín¹, Curiale Ariel Hernán²

¹ *Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Instituto Balseiro (IB)*

² *Applied Chest Imaging Laboratory, Department of Radiology and Medicine, Brigham and Women's Hospital, Harvard Medical School*

La enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) es una afección respiratoria grave y progresiva, asociada principalmente al tabaquismo prolongado, que causa una limitación persistente del flujo aéreo. Comprende dos entidades principales: la bronquitis crónica y el enfisema pulmonar, este último caracterizado por la destrucción de los alvéolos y la pérdida de elasticidad pulmonar, lo que reduce la capacidad respiratoria. La EPOC es una de las principales causas de muerte a nivel mundial y afecta mayormente a adultos mayores expuestos a irritantes respiratorios. La diferenciación entre subtipos de enfisema —centrilobular (CLE), paraseptal (PSE) y panlobular (PLE), etiquetados según su ubicación relativa al nivel lobular— es relevante a la hora de elegir el tipo de tratamiento más adecuado, los cuales pueden incluir cirugía, uso de broncodilatadores o terapia enzimática. Si bien en la etapa inicial son morfológicamente sencillas de diferenciar, esto se torna más difícil a medida que se agrava la condición del paciente. La identificación del enfisema mediante tomografía computarizada (CT) se basa normalmente en la evaluación visual de especialistas, un proceso subjetivo y altamente dependiente de la experiencia clínica, lo que introduce variabilidad interobservador y puede afectar la precisión diagnóstica. El objetivo del

presente trabajo es implementar y validar un método de identificación de enfisema entre las clases CLE, PSE o tejido normal utilizando un Vision Transformer [1] siguiendo el método propuesto por Wu *et al* en su trabajo [2].

El procesamiento se realizó a partir de regiones de 61×61 px donde los bloques de atención permiten capturar relaciones espaciales globales en la imagen, identificando patrones complejos y características sutiles relevantes para la clasificación, más allá de los valores de intensidad del píxel. En primer lugar, se implementó una arquitectura simple de ViT con un hidden size de 256, entrenada desde cero. Posteriormente se realizó un reentrenamiento (fine-tuning) de *Google Base Patch 32 in 21k*, preentrenado con la base de datos ImageNet [3] y cuyo hidden size es de 768. Para esta última se congeló el bloque de transformer encoder y se modificaron los *embeddings*, la capa de *pooling* y una capa lineal de clasificación a la salida. En ambos casos se usó el método de descenso de gradiente *Adaptive Moment estimation* (Adam) aplicando el criterio de cuantificación de pérdida *Cross entropy loss*. Los entrenamientos se efectuaron utilizando la técnica de *5-fold cross validation*, asegurando una evaluación robusta y reduciendo el riesgo de sobreajuste. La base de datos utilizada [4] es pública que contiene 168 parches etiquetados de los tipos de enfisema mencionados anteriormente, a los cuales se les aplicó *data augmentation*.

En cuanto a los resultados obtenidos, el modelo entrenado desde cero alcanzó una exactitud del 83%, mientras que el modelo ajustado con finetuning logró una exactitud del 92%. Además, se analizaron métricas adicionales como precisión, recall y F1-score, observándose que el mejor desempeño se obtuvo en la clasificación del enfisema paraseptal. En comparación a los valores de exactitud alcanzados por Wu *et al* usando una base de datos más grande pero testeando con los datos públicos ($ACC_{cero} = 91\%$, $ACC_{fine} = 97\%$), nuestros resultados validan que la utilización de Vision Transformers, especialmente mediante finetuning, constituye una herramienta prometedora para la clasificación automatizada de subtipos de enfisema en imágenes de CT.

[1] A. Dosovitskiy, *An image is worth 16×16 words: transformers for image recognition at scale* (2021). ICLR 2021.

[2] Y. Wu et al. *Phys. Med. Biol.* 66, 245016 (2021).

[3] J. Deng, W. Dong, R. Socher, L. J. Li, K. Li, L. Fei-Fei, 2009 IEEE conference on computer vision and pattern recognition 248-255 (2009).

[4] L. Sørensen, S. B. Shaker, y M. de Bruijne, *IEEE Transactions on Medical Imaging* 29, 559-569 (2010).

Martes 16 15:24 – 15:40 hs

Aula -206, CPSK

Validación local de un modelo automatizado RapidPlan de planificación SBRT pulmonar basado en machine learning

Di Paolo Lafalla Victoria¹, Aon Egle², Fondevila Damian³, Scarinci Ignacio Emanuel^{1 4 5}

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

² *Centro de Radioterapia Dean Funes, Córdoba, Argentina*

³ *VIDT Centro Médico*

⁴ *Instituto de Física Enrique Gaviola (IFEG) Córdoba Capital*

⁵ *Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) Palermo*

En los últimos años, el desarrollo de herramientas basadas en inteligencia artificial y aprendizaje automático ha comenzado a transformar diversos aspectos de la práctica médica. En el ámbito de la radioterapia externa, estos avances permiten automatizar etapas claves de la planificación de tratamientos, reduciendo los tiempos involucrados, mejorando la calidad y homogeneidad de los planes, y minimizando la variabilidad asociada al criterio individual del profesional encargado de la planificación.

Tradicionalmente, la planificación se realiza mediante software específico, siguiendo una secuencia de pasos altamente dependientes de la intervención manual. Esta modalidad implica tiempos prolongados y una importante variabilidad entre distintos profesionales planificadores condicionada por la experiencia, formación y enfoque. En este contexto, la herramienta RapidPlan™, desarrollada por Varian Medical System, basada en algoritmos de aprendizaje automático, surge como una alternativa eficiente para generar planes de alta calidad de manera sistemática y reproducible. Este trabajo presenta la adaptación y validación local del modelo *Henry Ford Health System Lung SBRT* [1], desarrollado por Varian en colaboración con dicha institución. Para ello, se utilizaron casos clínicos de pacientes previamente tratados por lesiones pulmonares centrales y periféricas, tanto en pulmón derecho como izquierdo, que cumplían con los criterios establecidos en el modelo original y en protocolos internacionales [2-4]. Todos los tratamientos se realizaron mediante la técnica SBRT (*Stereotactic Body Radiation Therapy*), empleando VMAT (*Volumetric Modulated Arc Therapy*) con un esquema de 4 fracciones de 12 Gy.

La implementación se llevó a cabo en el sistema Eclipse v15.6, incorporando scripts propios desarrollados en ESAPI (*Eclipse Scripting Application Programming Interface*) para evaluar métricas dosimétricas y verificar el cumplimiento de los protocolos clínicos. Asimismo, se utilizó un script de validación diseñado para comparar los planes generados manualmente con aquellos generados automáticamente. Dado que el modelo original no contempla Grandes Vasos como órgano a riesgo, se lo adaptó incorporando restricciones dosimétricas adicionales, un límite de: 107 % sobre el PTV y una dosis máxima de 43 Gy a Grandes Vasos, en concordancia con los protocolos utilizados localmente.

La implementación del modelo permitió generar planes clínicamente aceptables en menor tiempo, cumpliendo los estándares institucionales y mejorando la protección de órganos a riesgo. Los planes fueron evaluados mediante métricas como el índice de conformidad (IC), índice de gradiente (GI), la dosis máxima a 2, cm del PTV (D2cm), y los histogramas dosis-volumen (DVH). Además, se realizó una evaluación cualitativa a través de una votación ciega por parte de médicos radio-terapeutas del servicio de la clínica Dean Funes.

Los resultados respaldan el uso de modelos basados en machine learning como una herramienta válida para estandarizar y optimizar la planificación en radioterapia, contribuyendo a mejorar la eficiencia operativa y la calidad de los tratamientos.

[1] Varian Medical Systems, Henry Ford Health System, Varian Medical Systems 2016.

[2] Videtic, Gregory M.M., et al Int. J. Radiat. Oncol. 2014, 93-4, 757 - 764.

[3] Puckett, Lindsay L. et al Pract. Radiat. Oncol. 2022, 13-5, 413 - 428.

[4] Timmerman R. Int. J. Radiat. Oncol. 2021, 112-1, 4 - 21.

Martes 16 15:40 – 16:00 hs

Aula -206, CPSK

Asamblea de la División de Física Médica

Miércoles 17 14:00 – 16:00 hs

Aula -206, CPSK

Curso de Protección Radiológica

Damonte Laura¹, Taube Malena¹, Corti Agustina¹

¹Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Plata

Este curso tiene como objetivo brindar información básica sobre los principios fundamentales de la protección radiológica, enfocándose en el uso seguro y responsable de las radiaciones ionizantes. Pretende brindar herramientas que permitan a los y las participantes interpretar situaciones reales, aplicar criterios de protección adecuados, y adquirir herramientas para la gestión del riesgo en diversos entornos, orientado principalmente al de investigación.

El curso será abierto y gratuito para todos los inscriptos a la Reunión y se realizará el miércoles

17 durante las actividades de la división (de 14 a 16 hs). Habrá una segunda jornada opcional destinada a aquellos que deseen profundizar en el tema, complementando con prácticas de protección radiológica, en lugar a definir. Quienes participen de ambas jornadas podrán rendir un breve examen final, para acceder a un certificado de aprobación.

Física Nuclear

Lunes 15 14:00 – 14:20 hs

Aula -207, CPSK

Búsqueda de axiones producidos en reactores nucleares

Schulze Georg E.¹, Rodrigues Dario^{1 2}, Perez Santiago E.^{1 2}

¹ *Universidad de Buenos Aires (UBA) San Nicolas, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN) Belgrano, Departamento de física, LAMBDA*

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

Las partículas tipo axiones (ALPs, por sus siglas en inglés) representan un candidato para explicar parte de la materia oscura, destacándose por su baja masa y sus interacciones extremadamente débiles con la materia ordinaria. Este estudio se centra en la búsqueda de señales de ALPs en el rango de energías inferiores a 20 keV, empleando detectores Skipper-CCD ubicados en las proximidades de un reactor nuclear. La sensibilidad de estos sensores, caracterizada por su umbral de energía ultrabajo y su ruido subelectrónico, permite explorar regiones del espacio de parámetros masa-sección eficaz que resultan inaccesibles para detectores convencionales.

En este trabajo investigamos dos canales fundamentales: el proceso Primakoff, donde fotones producidos en el núcleo del reactor se convierten en ALPs mediante interacción con núcleos atómicos para luego detectarse mediante su reconversión en fotones; y el mecanismo Compton, donde los ALPs se producen por interacción de fotones con electrones.

Mediante este enfoque, establecemos límites de exclusión para los parámetros de ambos canales, determinando límites de exclusión con un 90% de nivel de confianza para el acoplamiento y masa del axión. El análisis incluye una evaluación de la viabilidad experimental, particularmente la proyección de la sensibilidad alcanzada en función de la masa y tiempo del experimento propuesto. Se realizó una búsqueda de ALPs utilizando los datos publicados por el experimento en curso dentro de la esfera de contención del reactor nuclear Atucha II.

Fluidos y Plasma

Lunes 15 14:00 – 14:15 hs

Aula -201, CPSK

Inestabilidades en superficie de perlas de hidrogel en soluciones acuosas de glicerina

Falcioni Sebastian¹, Roht Yanina Lucrecia¹, Drazer German², Ippolito Irene¹

¹ *Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ingeniería, Grupo de Medios Porosos, Paseo Colón 850, 1063 Buenos Aires, Argentina*

² *Mechanical and Aerospace Engineering Department, Rutgers, The State University of New Jersey, 08854 Piscataway, New Jersey, EEUU*

En los últimos años, el desarrollo de materiales blandos inteligentes se ha centrado en el uso de polímeros sensibles a estímulos. Un ejemplo representativo son las perlas de hidrogel: redes poliméricas capaces de absorber grandes cantidades de líquido en soluciones acuosas. En las primeras etapas de su hinchamiento en soluciones acuosas, debido a la elevada diferencia de potencial químico entre la perla de hidrogel seca y el fluido circundante, se producen cambios volumétricos muy significativos. A medida que la perla crece, emergen patrones superficiales regulares como resultado de una inestabilidad por compresión de las cadenas de polímero entre las zonas seca y húmeda. La comprensión de este fenómeno es de gran importancia dado que las modificaciones en la superficie del material pueden afectar de manera notable sus interacciones con su entorno. Por lo tanto, resulta crucial para el diseño de hidrogeles destinados a aplicaciones específicas, pudiendo incluso utilizarse para conferir propiedades adhesivas a los mismos.

En particular, investigamos la aparición de inestabilidades superficiales durante el proceso de hinchamiento de perlas de hidrogel inmersas en soluciones acuosas de glicerina con distintas concentraciones. Realizamos experiencias de crecimiento de una perla de hidrogel y mediante una técnica sencilla visualizamos un corte 2D iluminando la misma con un láser. De esta manera, podemos cuantificar la evolución del núcleo seco y la corona húmeda, junto con la formación transitoria de los patrones superficiales. Nuestros resultados revelan una transición sistemática desde un patrón de lóbulos en forma de arrugas uniformes hacia morfologías desordenadas de tipo laberíntico. Encontramos que la longitud de onda característica de la inestabilidad escala con el espesor de la corona húmeda, independientemente de la concentración de glicerina mientras que, la dinámica del fenómeno se ralentiza a medida que la concentración de glicerina aumenta. Encontramos que la longitud de onda sigue una curva universal para todas las concentraciones de glicerina utilizadas al reescalar el tiempo con un tiempo característico poromecánico. Esto nos indica que la viscosidad de la solución actúa principalmente retrasando la aparición de la inestabilidad sin modificar su naturaleza geométrica.

En conjunto, estos resultados demuestran que la geometría gobierna la formación de inestabilidades superficiales en hidrogeles no confinados, mientras que la viscosidad regula su dinámica, lo cual ofrece criterios de diseño para aplicaciones sensibles a la morfología superficial.

Lunes 15 14:15 – 14:30 hs

Aula -201, CPSK

Estudio experimental de la transferencia de energía en turbulencia de ondas gravito-capilares.

Hernando Ignacio Pablo¹, 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)*

La **turbulencia de ondas** estudia la dinámica estadística de sistemas de ondas no lineales débilmente acopladas. [1] Este trabajo se centra en la **turbulencia de ondas gravito-capilares** en la interfaz agua-aire, crucial para entender, por ejemplo, la transferencia de energía entre escalas en los océanos mediante interacciones resonantes (triádicas o cuartéticas) [2]. Esta descripción es aplicable además a una amplia variedad de sistemas físicos, desde fonones en cristales anarmónicos donde surgió originalmente, hasta plasmas y ondas planetarias de Rossby, fundamentales para comprender la evolución climática [3].

Si bien el desarrollo de la teoría se encuentra muy avanzado [4-5], los estudios experimentales aún son escasos, aunque el tema ha cobrado un nuevo impulso en los últimos años [6]. En este contexto se desarrolló y construyó un **sensor capacitivo puntual** para medir la superficie libre con alta tasa de muestreo y resolución submilimétrica [7], con el fin de estudiar experimentalmente distintos aspectos de la turbulencia de ondas gravito-capilares en agua destilada. Se muestran además resultados preliminares compatibles con las predicciones teóricas y experiencias previas.

[1] Gregory Falkovich, Encyclopedia of Nonlinear Science (2006).

[2] K. Hasselmann, Journal of Fluid Mechanics 12.04 (1962).

[3] E Kartashova et al (2010).

[4] VE Zakharov y NN Filonenko, Soviet Physics Doklady 11.10 (1967).

[5] VE Zakharov y NN Filonenko, Journal of Applied Mechanics and Technical Physics 8.5 (1971).

[6] E Falcon, Discrete and Continuous Dynamical Systems - B 13.4 (2010).

[7] L Gordillo Zavaleta, Tesis Doctoral (2012).

Lunes 15 14:30 – 14:45 hs

Aula -201, CPSK

Energización de partículas de prueba en campos magnetohidrodinámicos desbalanceados

Delgado Manuel¹, Pugliese Facundo^{1 2}, Andrés Nahuel^{1 2}, Dmitruk Pablo^{1 2}

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

Los plasmas astrofísicos, como el viento solar o las magnetosferas planetarias y el medio intergaláctico, involucran un amplio rango de escalas, tanto espaciales como temporales. A grandes escalas, un modelo adecuado es el de la magnetohidrodinámica (MHD), donde se asume que tanto los iones como los electrones poseen la misma velocidad media siendo éstos afectados colectivamente por los campos eléctricos \mathbf{E} y magnéticos \mathbf{B} . A escalas intermedias o pequeñas comparadas con las escalas características de iones, la MHD deja de ser adecuada y es necesario recurrir a la teoría cinética de plasmas. Un modelo intermedio muy útil para avanzar en el estudio de la conexión entre las escalas MHD y las escalas cinéticas lo constituyen las llamadas partículas de prueba, es decir, protones que se ven afectados por los campos \mathbf{E} y \mathbf{B} , pero no influyen en la dinámica de los mismos.

En este trabajo presentaremos resultados de simulaciones numéricas directas sobre la energización de partículas de prueba, que representarán protones, al ser sometidas a campos MHD turbulentos desbalanceados, es decir, flujos que presentan helicidad cruzada no nula. Es importante remarcar que la helicidad cruzada es uno de los invariantes ideales del modelo MHD tridimensional. Mas específicamente, mostraremos como el forzado que inyecta (o no) helicidad cruzada afecta la energización perpendicular y paralela (con respecto a un campo guía \mathbf{B}_0) de los protones.

[1] F. Pugliese and P. Dmitruk 2022 ApJ 929 4.

[2] F. Pugliese et al 2023 ApJ 959 28.

Lunes 15 14:45 – 15:00 hs

Aula -201, CPSK

Introducción a las simulaciones de plasma con magnetohidrodinámica

Juarez Ferriol May¹, De Haro Barbás Blas¹

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

Esta presentación explora el uso de la magnetohidrodinámica (MHD) para simular el comportamiento de plasmas en distintos contextos físicos. Comenzamos con el modelo MHD ideal, discutiendo sus ecuaciones fundamentales y los supuestos que lo sustentan: fluido único, conductividad infinita, y ausencia de efectos cinéticos o relativistas. Luego, abordamos las limitaciones de este enfoque y cómo incorporar correcciones como resistividad finita, efectos Hall o términos relacionados al radio de Larmor que permiten capturar fenómenos que el modelo ideal no describe adecuadamente. Estas extensiones resultan clave para estudiar procesos reales en magnetosferas planetarias, el viento solar y plasmas astrofísicos. Finalmente, se presentarán simulaciones numéricas que ilustran fenómenos como reconexión magnética, choques e inestabilidades.

Lunes 15 15:00 – 15:15 hs

Aula -201, CPSK

Determinación del coeficiente de amortiguamiento en el aire en superficies cuadradas planas utilizando un sistema masa-resorte vertical.

Gomez Pighin Valeria¹, Herrera Candela¹, Gómez Bernardo José A.^{1 2}

¹ *Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura (FCEIA), Universidad Nacional de Rosario (UNR)*

² *Instituto de Física Rosario (IFIR) Rosario, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) Palermo*

En este trabajo se presenta un método para obtener el coeficiente de amortiguamiento en el aire γ a partir del estudio del movimiento oscilatorio amortiguado de un sistema masa-resorte vertical, en el cual las masas están asociadas a superficies cuadradas planas de diferentes longitudes de lado.

Los objetivos del trabajo fueron:

- Analizar la validez del modelo de movimiento oscilatorio amortiguado en el sistema experimental.
- Establecer un criterio para la determinación del coeficiente de amortiguamiento.
- Caracterizar la dependencia del mismo frente a la variación de la longitud del lado de la superficie.

En primer lugar, se evaluó la validez del modelo teórico. Se midió la altura de las superficies con un sensor de movimiento por ultrasonido, observándose que las mediciones son consistentes con el modelo a tiempos cortos ($\Delta t = \frac{1}{2\gamma}$ ó $\Delta t = \frac{2}{3\gamma}$). Esto no ocurrió a tiempos largos, donde se presentaron discrepancias significativas. Se registraron decrecimientos en los valores del γ y aumentos en ω en todos los ensayos.

En segundo lugar, se estableció un criterio para determinar un coeficiente representativo para cada superficie, considerando el tramo inicial de la señal donde el modelo ajustó con mejor precisión. Para independizar este valor de la masa, se trabajó con el producto $b = \gamma \cdot m$.

Finalmente, se estudió el comportamiento del coeficiente b en función de la longitud del lado de

las superficies, ensayando con longitudes de entre 5 y 15 cm. A partir de ajustes gráficos, se propuso un modelo funcional para dicha dependencia.

Lunes 15 15:15 – 15:30 hs

Aula -201, CPSK

Velocimetría de Expansión Polinomial para flujos sembrados con partículas y seguimiento de tinte

Flores Maicol¹, Rinderknecht Felipe¹, Gallot Thomas¹, Sarasúa Gustavo¹, Barrere Nicasio¹, Abraham Yamil¹, Freire Caporale Daniel¹

¹ Universidad de la República de Uruguay (UDELAR)

En este trabajo se presenta la aplicación del método de velocimetría basado en expansión polinómica (Polynomial Expansion Velocimetry, PEV) para rastrear la propagación de un trazador pasivo (partículas y tinte) en un fluido. El método se fundamenta en la hipótesis de conservación de la intensidad de un mismo objeto entre imágenes consecutivas y modela localmente las intensidades mediante un ajuste polinómico en el entorno de cada píxel, permitiendo estimaciones de desplazamiento de alta precisión. La técnica se refina mediante una estrategia multiescala, en la cual el campo de desplazamientos obtenido a escalas gruesas se utiliza como punto de partida para escalas más finas, mejorando así la resolución espacial, reduciendo el ruido y capturando con mayor fidelidad la dinámica del flujo.

Se comparan los resultados obtenidos con PEV frente a métodos convencionales de velocimetría en mecánica de los fluidos, unos basados en correlación cruzada (PIV) y otros en flujo óptico (Lucas-Kanade y Horn-Schunck). Para los flujos con partículas sembradas, se generan campos de velocidad analíticos, mientras que para el tinte se realizó un experimento de un flujo uniforme enfrentando un cilindro fijo. Se evaluó la calidad de la estimación mediante coeficientes de correlación (R^2) y de similitud de cosenos (S). Observamos que PEV proporciona estimaciones más precisas, con mayor resolución espacial y menor tiempo de cómputo, demostrando su potencial para aplicaciones de seguimiento de fluidos pasivos.

Lunes 15 15:30 – 15:45 hs

Aula -201, CPSK

Problema inverso de llenado capilar en tubos interconectados y su aplicación al diseño racional de dispositivos microfluidicos.

Gómez Valentín Ignacio¹, Urteaga Raul²

¹ Facultad de Ingeniería Química (FIQ) Santa Fe Capital

² Instituto de Física del Litoral (IFIS) Santa Fe Capital

El fenómeno de imbibición capilar en medios porosos ha sido objeto de un amplio estudio debido a su importancia en numerosos procesos naturales e industriales. A lo largo del tiempo, distintos enfoques teóricos y experimentales han permitido modelar la dinámica de infiltración de fluidos en medios porosos, ofreciendo herramientas para predecir su comportamiento a partir de las propiedades geométricas del medio y de las características físicas de los fluidos [1]. En particular, el análisis de problemas inversos ha posibilitado la inferencia de propiedades estructurales del medio poroso a partir de datos dinámicos de imbibición, así como también permite la posibilidad de realizar un diseño racional escogiendo la forma en la que se quiere que se llene una sistema de interés [2].

En el presente trabajo se aborda la imbibición capilar en sistemas de tubos interconectados mediante la formulación y resolución del problema inverso. Este enfoque permite, a partir del análisis de los caudales durante el proceso de infiltración, inferir cómo deben configurarse las características geométricas y estructurales del sistema para reproducir distintas dinámicas de

interés. De esta manera, se explora no solo la relación entre la microestructura del medio y la evolución temporal del proceso, sino también cómo diseñar o ajustar el sistema para alcanzar comportamientos específicos. Por último se analiza como el problema inverso de la imbibición capilar puede resultar como una herramienta de gran utilidad para la creación de membranas o sistemas porosos que cumplan con un rol específico.

[1] M. Reyssat, L. Courbin, E. Reyssat, and H. A. Stone. J. Fluid Mech. 615, 335–344, 2008.

[2] E. Elizalde, R. Urteaga, R. R. Koropecski, and C. L. Berli. Phys. Rev. Lett. 112, 134502, 2014.

Lunes 15 15:45 – 16:00 hs

Aula -201, CPSK

Reunión de la División de Fluidos y Plasma

Fotónica y Óptica

Martes 16 14:00 – 14:25 hs

Aula -205, CPSK

Efectos de simetría en el sensado y confinamiento de energía en estructuras fotónicas basadas en modos Tamm

Missoni Leandro Luis¹, Borrazás Camila^{2 3 4}, Fuertes María Cecilia^{2 3 4}, Ortiz Guillermo Pablo⁵, Martínez Ricci María Luz¹

¹ Instituto de Química, Física de los Materiales, Medio Ambiente y Energía (INQUIMAE), CONICET, Universidad de Buenos Aires, Ciudad Universitaria, Pab. II

² Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) Nuñez, Gerencia Química, CAC, CNEA, San Martín, Buenos Aires, Argentina

³ Instituto de Nanociencia y Nanotecnología (INN) Villa Maipu, CNEA, CONICET, San Martín, Buenos Aires, Argentina

⁴ Instituto de Tecnología Jorge A. Sabato (ITS) San Martín, San Martín, Universidad Nacional de Gral. San Martín (UNSAM) San Martín, Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Nuñez

⁵ Universidad Nacional del Nordeste (UNNE), Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas, Naturales y Agrimensura

Los sensores ópticos basados en nanoestructuras porosas resultan de gran interés debido a su alta sensibilidad para la detección de cambios pequeños en el índice de refracción. El uso de modos ópticos localizados permite la generación de resonancias agudas en el espectro de reflectancia (o transmisión), las cuales presentan cambios al exponer el sistema poroso a analitos líquidos y gaseosos. En estas aplicaciones, los modos Tamm han surgido como una alternativa interesante debido a la capacidad de ser excitados en modos de polarización TE y TM, sin necesidad del uso de acopladores ópticos, como es el caso de los plasmones polaritónicos de superficie.[1] Dichos modos se generan a partir del acoplamiento entre una estructura fotónica (EF) y una capa ultrafina de un metal (M). Además, presentan propiedades de concentración de la energía lumínica en regiones sub-longitud de onda, lo cual es relevante en la fabricación de dispositivos optoelectrónicos.

En este trabajo, utilizamos simulaciones computacionales basadas en el método de la matriz de transferencia para demostrar que es posible mejorar los factores de calidad y la concentración de energía de los modos Tamm de EFs unidimensionales mediante distintas estrategias.[2] Las EFs estudiadas se componen de sílica y titania acopladas a capas ultrafinas de plata, las cuales se utilizaron debido a la posibilidad de síntesis mediante técnicas sol-gel.[3] En particular, exploramos el efecto de la simetría de la EF en los modos Tamm, observándose una mejora en los parámetros de calidad de la resonancia en sistemas simétricos. Se observó que dicha mejora presenta diferencias con respecto al aumento de la intensificación de energía, por lo que el diseño de las EFs depende de la aplicación de interés. Por otro lado, también estudiamos la incorporación de dos capas metálicas para la generación de modos Tamm dobles, los cuales demostraron tener altos factores de calidad y una mejora en la concentración de energía, con respecto a sistemas con modos Tamm simples estudiados previamente. Además, mediante el uso de capas dieléctricas porosas en el modelo, se evaluaron la sensibilidad y la figura de mérito asociadas para cada estructura, con el propósito de optimizar los dispositivos. También, se evaluó el uso combinado de capas metálicas de oro y plata en el mismo sistema. Finalmente, se sintetizaron EFs mediante técnicas sol-gel basados en las estrategias propuestas que presentan una excelente capacidad de sensado por cambio en el índice de refracción.

[1] Kar, Chinmaya, et al., Optics & Laser Technology 159 (2023): 108928.

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

[3] Sansierra, M. Constanza, et al., ChemNanoMat 5.10 (2019): 1289-1295.

Martes 16 14:25 – 14:50 hs

Aula -205, CPSK

Deep learning para la cuantificación de turbulencia atmosférica en el dominio espacio-temporal

Gulich Damián^{1 2}, Tebaldi Myrian^{1 2}, Sierra-sosa Daniel³

¹ Centro de Investigaciones Ópticas (CIOp - CONICET - UNLP - CICPBA)

² Departamento de Ciencias Básicas, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata

³ Electrical Engineering and Computer Science, The Catholic University of America, Washington, DC 20064, USA

En este trabajo, se introduce un enfoque basado en deep learning para estimar la intensidad de la turbulencia atmosférica mediante el análisis espacio-temporal de secuencias de video. Las grabaciones se realizaron a partir de una imagen fija vista a través de un flujo de aire turbulento, generado de forma controlada en laboratorio y registrado con una cámara accesible de bajo costo. A partir de estas secuencias, se construyeron representaciones espacio-temporales que capturan la evolución dinámica de las distorsiones inducidas por la turbulencia. Estas representaciones enriquecidas fueron empleadas como entrada de una red neuronal convolucional, entrenada para clasificar distintos niveles de turbulencia. El modelo demostró capacidad para identificar patrones característicos de cada régimen, a partir de la información estructural presente en los perfiles espacio-temporales derivados de los videos.

Martes 16 14:50 – 15:10 hs

Aula -205, CPSK

Estudio de redes plasmónicas usando impresión óptica de nanopartículas

González José Luis^{1 2}, Mina María Cristina^{1 2}, Pereyra Abril¹, Álvarez Serrano Juan José³, Manjavacas Alejandro³, Stefani Fernando Daniel⁴, Gargiulo Julián¹, Violi Ianina¹

¹ Instituto de Nanosistemas, Universidad Nacional de San Martín. Buenos Aires. Argentina.

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Argentina.

³ Instituto de Química Física Blas Cabrera (IQF), CSIC, 28006 Madrid, Spain

⁴ Centro de Investigaciones en Bionanociencias (CIBION)-CONICET, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

Las nanopartículas metálicas actúan como nanoantenas ópticas en el rango visible gracias a sus resonancias plasmónicas superficiales localizadas (LSPR). Estas excitaciones colectivas de electrones permiten capturar y concentrar luz en volúmenes del orden de los nanómetros, transfiriendo su energía a portadores de carga y fonones y generando campos electromagnéticos intensificados, carga localizada y calor en la nanoescala. Esta capacidad de conversión energética, junto con su respuesta óptica modulable, convierte a las nanopartículas en plataformas versátiles para aplicaciones en fotónica, sensado, nanomedicina y conversión de energía.

Cuando las nanopartículas se organizan en arreglos periódicos, se pueden excitar modos colectivos conocidos como resonancias de red. A diferencia de las resonancias LSPR individuales, estas exhiben líneas espectrales más estrechas (mayores factores de calidad) y menores pérdidas radiativas, lo que permite sintonizar la respuesta espectral y la eficiencia de acoplamiento luz-materia [1,2].

En este trabajo se mostrará la fabricación controlada de redes plasmónicas bidimensionales mediante impresión óptica de nanopartículas coloidales [3,4]. Se produjeron arreglos cuadrados periódicos de nanopartículas esféricas de oro de 100 nm de diámetro, variando la distancia

entre partículas a y el número total de partículas N^2 . Se analizará cómo estos parámetros estructurales influyen en la aparición, posición espectral e intensidad de las resonancias de red, combinando simulaciones basadas en modelos de dipolos acoplados con medidas experimentales de espectroscopía óptica de transmisión.

Además de caracterizar los efectos del desorden estructural inherente a la técnica —como desplazamientos o ausencias de partículas— sobre la calidad espectral de las resonancias, se discutirán las ventajas conceptuales de la impresión óptica frente a métodos top-down como la litografía electrónica. Entre ellas se destacan: (i) mayor cristalinidad de las nanopartículas coloidales, que mejora la calidad de las resonancias plasmónicas; (ii) versatilidad para generar redes híbridas combinando partículas de distintos materiales, tamaños o formas en un mismo arreglo; y (iii) flexibilidad para variar parámetros de red y organización espacial de manera rápida y programable, facilitando la exploración de configuraciones no triviales y el diseño de metasuperficies personalizadas.

Estos resultados brindan una perspectiva integral sobre el potencial de la impresión óptica como plataforma para fabricar y estudiar redes plasmónicas de alta calidad y complejidad creciente.

[1] Giannini, V.; Fernández-Domínguez, A. I.; Heck, S. C.; Maier, S. A. *Chem. Rev.* 2011, 111 (6).

[2] Zundel, L.; Malone, K.; Cerdán, L.; Martínez-Herrero, R.; Manjavacas, A. *ACS Photonics* 2022, 10.

[3] Violi, I. L.; et al. *J. Chem. Phys.* 2022, 156 (3).

[4] Gargiulo, J.; et al. *ACS Nano* 2017, 11 (10), 9678–9688.

Martes 16 15:10 – 15:30 hs

Aula -205, CPSK

Medición de temperatura de nanopartículas de oro individuales embebidas en films delgados mesoporosos

Mina Maria Cristina¹, Martinez Luciana², Pizarro Agustín¹, Bellino Martín G.³, Soler-illia Galo¹, Stefani Fernando Daniel², Violi Ianina L.¹, Gargiulo Julián¹

¹ *Instituto de Nanosistemas, Universidad Nacional de San Martín, Buenos Aires, Argentina*

² *Centro de Investigaciones en Bionanociencias (CIBION)-CONICET, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina*

³ *Instituto de Nanociencia y Nanotecnología (CNEA)-CONICET, Buenos Aires, Argentina*

Las Nanopartículas Plasmónicas (NPs) poseen numerosas aplicaciones debido a su habilidad para confinar y manipular eficientemente la luz en la escala nanométrica, gracias a la presencia de resonancias de plasmón localizadas. La combinación de NPs con films delgados mesoporosos de diferentes óxidos metálicos resulta sinérgica, dado que por un lado las NPs presentan mayor estabilidad, y el contacto con estas matrices puede resultar beneficioso en ciertas aplicaciones como fotocatálisis y sensado [1]. Al iluminar las NPs en resonancia, se produce un incremento de temperatura dado por el calentamiento plasmónico, el cual se puede ver afectado por la presencia de una matriz oxídica alrededor de las mismas. Si bien la temperatura es un parámetro clave que afecta el funcionamiento del sistema, medir la temperatura en la nanoescala y en medios complejos es una tarea desafiante [2]. En este contexto, la nanotermometría Anti-Stokes es un método óptico que aprovecha la señal de fotoluminiscencia de las NPs para determinar su respuesta fototérmica [2]. Esta metodología resulta especialmente adecuada para sistemas multicomponentes, ya que permite realizar mediciones in situ, sin marcadores y a nivel de partícula individual.

En este trabajo se estudió la respuesta fototérmica de NPs de Au individuales, embebidas en un film delgado mesoporoso de dióxido de titanio (TiO₂) y se las comparó con NPs individuales

inmersas en agua. Para fabricar la muestra se utilizó la técnica de impresión óptica, que permitió depositar patrones organizados de NPs de Au de 80 nm sobre un sustrato de vidrio [3]. Posteriormente, se recubrieron las NPs con un film delgado mesoporoso de TiO_2 de 180 nm de espesor y poros organizados de 10 nm, fabricado mediante autoensamblado inducido por evaporación [4]. Además, se realizaron mediciones de nanotermometría a distintas longitudes de onda de excitación (532, 592 y 640 nm), permitiendo evaluar la respuesta fototérmica en función de la sintonía espectral con la resonancia plasmónica. Asimismo, se estudiaron NPs funcionalizadas con distintos recubrimientos superficiales, con el fin de estudiar cómo la química de superficie afecta la respuesta térmica del sistema.

Se encontró que la presencia del film modifica la respuesta fototérmica de las NPs por dos fenómenos diferentes. Por un lado, su alto índice de refracción desplaza las resonancias plasmónicas alterando la absorción de las NPs. Por el otro, la conducción de calor en el film es mayor a la del agua lo que disminuye la respuesta fototérmica de las NPs. El balance entre estos dos fenómenos es dependiente de la longitud de onda de excitación. Los resultados obtenidos ayudan a una mayor comprensión de los procesos de conversión de luz en calor en nanosistemas multicomponentes.

[1] Violi, I. et al., *Materials Nanoarchitectonics*, pp. 355-386, (2024).

[2] Barella, M. et al., *ACS nano*, 15(2), 2458-2467, (2020).

[3] Gargiulo, J. et al., *Nano Lett.*, 17, 5747-5755, (2017).

[4] Pizarro, A. et al., *Nat Commun.*, 13, 3047, (2022).

Martes 16 15:30 – 15:45 hs

Aula -205, CPSK

Bucles de histéresis como magnitudes medibles en sensores resistentes al ruido

Wagner Boián Pablo Fabián¹, Suntharalingam Arunn², Reisner Mattis², Kuhl Ulrich^{2 3}, Kottos Tsampikos², Fernández Alcázar Lucas^{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) Corrientes (capital), Universidad Nacional del Nordeste (UNNE) Corrientes (capital), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) Palermo*

Aunque los sensores basados en puntos excepcionales – degeneraciones espectrales que ocurren en el espectro de Hamiltonianos no Hermitianos – ofrecen una sensibilidad sin precedentes [1-2], la inherente amplificación del ruido reduce considerablemente su utilidad práctica. La incorporación de elementos no lineales resulta crucial para superar esta limitación ya que permite incrementar de manera significativa la relación señal-ruido, logrando así una mejora notable en su resiliencia [3].

Sin embargo, la presencia de no linealidades modifica sustancialmente la estructura de las superficies de Riemann asociadas a las frecuencias de los super modos, pudiendo solaparse en determinadas regiones del espacio de parámetros del sistema. Visto inicialmente como un problema, la emergencia de estas regiones de biestabilidad puede emplearse en la construcción de sensores con respuesta sublineal cuya magnitud medible es autoreferenciada.

Utilizando una combinación adecuada de ganancia y pérdida saturables en un dímero constituido por dos osciladores RLC acoplados, en este trabajo demostramos la aparición de regiones de biestabilidad que crecen en forma de raíz cuadrada. Además, al barrer el espacio de parámetros

del sistema en la dirección del detuning entre las frecuencias resonantes de los osciladores, se revela la existencia de un bucle de histéresis cuyo ancho depende sublinealmente de la intensidad del acoplamiento entre estos [4]. Proponemos así un protocolo de sensado autoreferenciado, ultrasensible y robusto frente al ruido que explota esta dependencia funcional, abriendo la puerta a un gran número de aplicaciones en metrología, switching y triggering óptico y radiofrecuencias. Nuestro estudio no solo apunta a mejorar la comprensión de sistemas no Hermitianos que presentan no linealidades, sino también a mostrar cómo éstas propiedades pueden ser aprovechadas para diseñar prototipos de sensores ultrasensibles de gran resiliencia.

[1] J. Wiersig, Phys. Rev. Lett. 112, 203901 (2014).

[2] W. Chen, Ş. K. Özdemir, G. Zhao, J. Wiersig, L. Yang, Nature 548, 192–196 (2017).

[3] A. Suntharalingam, L. Fernández-Alcázar, R. Kononchuk, T. Kottos, Nature Communications 14, 5515 (2023).

[4] A. Suntharalingam, L. Fernández-Alcázar, P. Wagner-Boián, M. Reisner, U. Kuhl, T. Kottos, Phys. Rev. Appl. 23, 064043 (2025).

Martes 16 15:45 – 16:00 hs

Aula -205, CPSK

Termometría óptica mediante nanopartículas luminiscentes dopadas con lantánidos trivalentes

Navarro Benavides Tomás F.¹, Martínez Eduardo², Aguilar Alfredo³, Jandar Cecilia⁴

¹ Instituto Balseiro (IB) San Carlos de Bariloche, Centro Atómico Bariloche (CAB) San Carlos de Bariloche

² Div. Dispositivos y Sensores (GF-GAIDI); Instituto de Nanociencia y Nanotecnología (CONICET-CNEA), Centro Atómico Bariloche.

³ Laboratorio de Relaxometría y Técnicas Especiales (LaRTE), Fac. de Matemática, Física, Astronomía y Computación (FaMAF, UNC)

⁴ Departamento de Ingeniería en Telecomunicaciones, Centro Atómico Bariloche (CAB), CNEA

Los lantánidos trivalentes (Ln^{3+}) exhiben luminiscencia anti-Stokes originada por transiciones electrónicas entre los subniveles de los orbitales $4f^n$. En este tipo de luminiscencia, conocida como conversión ascendente de energía o upconversion, fotones de baja energía (en el infrarrojo cercano) promueven la emisión de fotones de mayor energía (en el visible). Para optimizar la eficiencia de este proceso, se emplean matrices cristalinas con baja energía fonónica, como los fluoruros del tipo ABF_4 . Además, se incorporan dos tipos de dopantes lantánidos: sensibilizadores y activadores. Los sensibilizadores (Yb^{3+} , Nd^{3+} , etc.) absorben los fotones de baja energía y transfieren repetidamente esa energía a los activadores (Er^{3+} , Tm^{3+} , etc.), que son los responsables de la emisión luminiscente. La ocurrencia de este fenómeno en nanopartículas (upconversion nanoparticles, UCNPs) habilita múltiples aplicaciones en nanotecnología y nanociencia, por ejemplo, en el estudio de efectos de interacción entre Ln^{3+} y nanoestructuras fotónicas (cristales fotónicos, plasmónica, etc.) y en el uso de UCNPs como sensores ópticos [1], [2].

En este proyecto se abordó la síntesis y el estudio de los procesos de emisión anti-Stokes en UCNPs del tipo núcleo-cáscara activa-cáscara inerte (core@shell@shell) en donde el núcleo de $NaGdF_4$ (inerte) es recubierto por un cascarón activo de $NaYF_4$ dopado con Yb^{3+} y Er^{3+} . Por último, se recubrió la estructura con un shell externo de $NaYF_4$, logrando un tamaño promedio de 25 nm de diámetro en total.

Estudiando la respuesta estática y dinámica de las UCNPs ante diversos gradientes de temperatura y formas de calentamiento, se determinó la sensibilidad térmica, óptica y espacial del sistema. La calibración de este sistema se realizó explorando diversas estrategias de Machine Learning y regresión lineal multiparamétrica, las cuales ofrecen una estrategia novedosa y robusta ante

espectros de baja relación señal/ruido. Estos resultados permitieron verificar la eficacia de las nanoestructuras como termómetros ópticos, lo cual abre las posibilidades de sensor temperatura en la micro y nano escala en sistemas físicos de interés, como dispositivos electrónicos y entornos biológicos.

[1] A. Nadort, J. Zhao, and E. M. Goldys, *Nanoscale* 8 (2016) 13099–13130.

[2] A. M. Aguilar, E. L. Saidman, M. V. Rosato-Siri, L. Marpegán, and E. D. Martínez, *ACS Appl. Nano Mater.* (2023)

Miércoles 17 14:00 – 14:25 hs

Aula -205, CPSK

Instrumentación láser con FPGA: implementación en un reloj atómico de rubidio y experimentos con trampas de iones

Luda Marcelo^{1 2}, Schmiegelow Christian^{3 2}, Codnia Jorge^{1 4}

¹ *Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas para la Defensa (CITEDEF) Villa Martelli*

² *Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN) Belgrano*

³ *Instituto de Física de Buenos Aires (IFIBA) Belgrano*

⁴ *Universidad Nacional de Gral. Sarmiento (UNGS) Los Polvorines*

Las crecientes necesidades de automatización y control desatendido de instrumentos y actuadores en experimentos de física, junto con los avances en tecnología de electrónica embebida, han impulsado la adopción de estos dispositivos en laboratorios de investigación. En particular, la capacidad de procesamiento en tiempo real que ofrecen las FPGA (Field-Programmable Gate Arrays) permite implementar técnicas avanzadas de control para láseres sintonizables, incluyendo demodulación sensible a fase (lock-in) [1] y control realimentado mediante filtros PID [2]. Esto posibilita reemplazar equipos multipropósito por dispositivos dedicados, más económicos, compactos y escalables, facilitando así la implementación de experimentos complejos.

En esta presentación se expondrá un diseño basado en FPGA [3] para sistemas de control, junto con algunos casos de éxito de su implementación en experimentos con láseres sintonizables. La solución utiliza la plataforma STEMLab 125-14 de Red Pitaya e implementa técnicas de estabilización óptica mediante lock-in y PID [4]. Se abordará específicamente el uso de una modulación en el parámetro de control para generar señales de estabilización proporcionales a la derivada de la variable controlada respecto a dicho parámetro. Esta técnica es especialmente útil en el procesamiento de picos espectrales, ya que su derivada cruza por cero en el máximo/mínimo, lo que la convierte en una señal de error ideal para esquemas de realimentación negativa.

Se presentarán dos ejemplos de implementación del sistema desarrollado. Por un lado, la estabilización de frecuencia óptica mediante Pound-Drever-Hall (PDH)[5], empleada en el Laboratorio de Iones y Átomos Fríos (LIAF-UBA) para controlar láseres que manipulan estados electrónicos de iones atrapados en trampas de Paul [6]. Por otro, un prototipo de reloj atómico de rubidio basado en espectroscopía CPT (*Coherent Population Trapping*) [4], desarrollado en el Laboratorio de Láseres Moleculares (LLM-CITEDEF). Este sistema utiliza dos lazos de realimentación (lock-in + PID) implementados en FPGA: uno para estabilizar la frecuencia óptica del láser en un pico espectral del ^{87}Rb y otro para ajustar el desdoblamiento hiperfino del estado $5^2\text{S}_{1/2}$ de este isótopo, que actúa como referencia de frecuencia del reloj.

[1] Elaskar, J., Luda, M., Tozzetti, L., Codnia, J., & Oton, C. J. (2022). *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement* 71, 7003011.

[2] Luda, M. A., Drechsler, M., Schmiegelow, C. T., & Codnia, J. (2019). *Review of Scientific Instruments* 90, 023106.

[3] https://github.com/marceluda/rp_lock-in_pid_h

[4] Luda, Marcelo Alejandro (2021) Tesis Doctoral, Universidad de Buenos Aires. Facultad de

Ciencias Exactas y Naturales.

[5] Black, E. D. (2001) *American Journal of Physics* 69 79–87.

[6] Nuñez Barreto, N. A., Bonetto, M., Luda, M. A., Cormick, C., & Schmiegelow, C. T. (2024) *Physical Review Letters* 133, 183601.

Miércoles 17 14:25 – 14:50 hs

Aula -205, CPSK

Construcción de un microscopio de lámina de luz para el estudio de plasticidad neuronal en moscas *Drosophila* vivas con alta resolución.

Gargiulo Julian^{1 2}, Tassara Francisco¹, Ceriani María Fernanda¹

¹ *Laboratorio de Genética del Comportamiento, Fundación Instituto Leloir. Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Argentina*

² *Instituto de Nanosistemas, Universidad Nacional de San Martín. Buenos Aires. Argentina*

En los animales, los ritmos diarios de actividad y descanso están regulados por un sistema circadiano. En las moscas *Drosophila melanogaster*, un grupo específico de neuronas conocido como neuronas laterales ventrales pequeñas (*small ventral lateral neurons*, s-LNvs) desempeña un papel clave en la generación de estos ritmos. En el Laboratorio de Genética del Comportamiento se han observado cambios morfológicos en las neuronas s-LNvs a lo largo del día, un indicio de plasticidad circadiana. Sin embargo, estos estudios se realizaron en cerebros fijados, en el que cada punto horario correspondía a un grupo de individuos diferente.[1]

En este trabajo voy a contar sobre la construcción e implementación de un microscopio de lámina de luz, diseñado para la obtención de imágenes in vivo en moscas adultas y optimizado para lograr la máxima resolución. Se trata de un diseño particular de objetivo único, iluminación oblicua y reenfoque remoto (SOLS, por sus siglas en ingles).[2] Utilizando dicho microscopio, logramos visualizar la membrana plasmática, las mitocondrias y las vesículas que transportan neuropéptidos con una alta resolución espacial de hasta 370 nm. Además, demostramos mediciones con diez veces menos fotoblanqueo que si se utilizara microscopía confocal, menor invasividad y complejidad en el montaje de muestras que otras tecnologías de lámina de luz, y sin recurrir a láseres infrarrojos pulsados fototóxicos.[3] Estos avances contribuyen al objetivo de lograr el monitoreo a largo plazo de remodelación neuronal en una mosca viva, un paso clave para comprender los mecanismos biológicos que subyacen a la plasticidad estructural circadiana.

[1] Fernandez *et al.*, *PLoS Biology* 6, no. 3, p. e69 (2008).

[2] Sapoznik *et al.*, *eLife* 9: e57681 (2020).

[3] Tassara *et al.*, *bioRxiv* 2024.11.06.622263 (2024).

Miércoles 17 14:50 – 15:20 hs

Aula -205, CPSK

Asamblea de la División de Fotónica y Óptica

Miércoles 17 15:20 – 15:40 hs

Aula -205, CPSK

Mejora de la figura de mérito en sensores ópticos basados en estructuras fotónicas con modos Tamm

Borrazás Camila^{3 4 2 1}, Missoni Leandro Luis⁵, Morrone Josefina⁶, Martinez Ricci María Luz⁵, Fuertes María Cecilia^{3 4 1}

¹ *Instituto de Nanociencia y Nanotecnología (INN), Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), San Martín, Buenos Aires, Argentina*

² *Universidad de Buenos Aires (UBA), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN), Depar-*

tamento de Física, Buenos Aires, Argentina

³ Gerencia Química, CAC-CNEA, San Martín, Buenos Aires, Argentina

⁴ Instituto de Tecnología Jorge A. Sabato (ITS), Universidad Nacional de Gral. San Martín (UNSAM), Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA)

⁵ Instituto de Química, Física de los Materiales, Medio Ambiente y Energía (INQUIMAE) Belgrano, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) Palermo, Universidad de Buenos Aires (UBA) San Nicolas, Ciudad Universitaria, Pab. II, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina

⁶ Departamento de Fisicoquímica del Ambiente, Gerencia Química, CNEA-CONICET. San Martín, Buenos Aires, Argentina

En este trabajo se presenta un estudio de la construcción y desempeño como sensor óptico de estructuras fotónicas (EF) unidimensionales, buscando aumentar su figura de mérito (FOM). Se analizaron EFs de cinco y seis capas alternadas de titania (TiO_2) y sílice (SiO_2) porosas, incorporando en sus extremos una o dos capas delgadas de oro, con el objetivo de generar modos Tamm [1] y así mejorar la sensibilidad óptica frente a vapores. La inclusión de capas metálicas permite intensificar el confinamiento de los campos electromagnéticos dentro de la estructura, cuando se cumplen condiciones de interferencia constructiva para ciertas longitudes de onda, lo que favorece la formación de resonancias ópticas más definidas y sensibles a cambios en el entorno [2]. En particular, se presentan dos arquitecturas posibles, donde se tiene la EF en contacto con una capa metálica, y una segunda donde la EF se encuentra entre dos capas metálicas.

El diseño de las EF fue elegido partiendo de simulaciones computacionales hechas en Python. En cada caso, los sistemas se modelaron mediante el índice efectivo de Maxwell-Garnett y se optimizaron, a partir de simulaciones de espectros de reflexión, tanto los espesores y porosidades de las capas mesoporosas como los grosores de las capas metálicas. Experimentalmente, las EF se sintetizaron sobre sustratos de vidrio mediante dip-coating, combinando reacciones sol-gel y autoensamblado de surfactantes. Las configuraciones con una sola capa de oro incluyeron el depósito metálico únicamente sobre la superficie externa del EF. En cambio, en los sistemas con doble capa metálica, se depositó una película de oro sobre el vidrio antes del armado del EF, y una segunda sobre la cara opuesta, encapsulando completamente la estructura. Para determinar los espesores (80-100 nm) y porosidades (30-50%) de las películas mesoporosas, se las analizó por reflectometría de rayos X. Por otra parte, las capas de oro fueron depositadas mediante sputtering, obteniendo espesores de 20 nm.

Al exponer los sensores a distintos vapores orgánicos, se estudió su variación espectral utilizando un espectrómetro UV-Vis, para luego calcular la FOM. La incorporación de las dos capas de oro produjo un aumento de la FOM de hasta seis veces respecto al sistema de EF sin capas metálicas. Los espectros obtenidos se compararon con las simulaciones, mostrando muy buen acuerdo en las posiciones de las resonancias. Además, se analizaron estos sistemas mediante microscopía óptica y electrónica.

Estos resultados demuestran que la combinación de diseño de capas y encapsulado metálico es una estrategia eficaz para mejorar la performance de sensores ópticos basados en EF, abriendo camino al desarrollo de dispositivos de alta sensibilidad para la detección de vapores industriales y ambientales.

[1] Auguie, B. *et al.*, *ACS Photonics* 1 (2014) 775–780.

[2] Missoni, L. *et al.*, *Optical Materials* 20 (2023) 100273.

Miércoles 17 15:40 – 16:00 hs

Aula -205, CPSK

Reviviendo un instrumento obsoleto: renovación y expansión de un

espectrofluorímetro comercial aplicado a la caracterización de nanopartículas de upconversion

Di Napoli Tomás^{2 1}, Bujjamer Juan M.^{2 1}, Illescas Marcos^{4 3}, Barja Beatriz^{4 3}, Grecco Hernán E.^{2 1}

¹ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Instituto de Física de Buenos Aires (IFIBA)

² Universidad de Buenos Aires (UBA) San Nicolas, Departamento de Física

³ Universidad de Buenos Aires (UBA) San Nicolas, Departamento de Química Inorgánica, Analítica y Química Física

⁴ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) Palermo, Instituto de Química, Física de los Materiales, Medio Ambiente y Energía (INQUIMAE) Belgrano

Las nanopartículas de *upconversion* (UCNPs) son redes cristalinas dopadas con iones lantánidos capaces de absorber luz en el infrarrojo cercano (NIR) y reemitirla en el visible o ultravioleta, convirtiendo luz de menor a mayor energía. Esta propiedad no lineal de conversión ascendente, junto con sus largos tiempos de vida (del orden de los microsegundos a milisegundos), las convierte en candidatas prometedoras para aplicaciones como trazadores biológicos con bajo fondo, mejoras de eficiencia en celdas solares, y liberación controlada de fármacos [1]. Para estudiar estos materiales es necesario medir espectros de emisión al excitar en 980 nm y realizar mediciones de tiempo de vida en el orden de los cientos de microsegundos con distintas densidades de potencia. Sin embargo, hasta el momento no existía en Argentina un espectrofluorímetro con estas capacidades.

El espectrofluorímetro disponible en nuestro laboratorio es un Horiba PTI Quanta Master 400 (QM400). Aunque cuenta con óptica robusta, carece de la capacidad de excitar a 980 nm variando la potencia y de medir tiempos de vida. Al ser un equipo de los años 90, tanto la electrónica como la PC que controlan al instrumento están tecnológicamente obsoletas, y sin soporte de la compañía. Este es un problema usual en los laboratorios de espectroscopía argentinos donde hay instrumentos comerciales de alta precisión pero que muchas veces quedando inhabilitados por alguna falla en el sistema de control, electrónica o PC. En este contexto vislumbramos una doble oportunidad: renovar un equipo valioso y expandir sus capacidades experimentales. El objetivo fue reemplazar el QM400, originalmente controlado por una PC con Windows 95 y placas ISA, para convertirlo en una plataforma funcional capaz de caracterizar UCNPs.

Implementamos un nuevo sistema de control basado en una Red Pitaya (CPU + FPGA). Desarrollamos un software en Python con interfaz gráfica (GUI) y una API que permite realizar mediciones de forma automática. Incorporamos un láser de 980 nm con fuente de alimentación externa y salida TTL, lo que habilitó la medición de tiempos de vida y variación de la potencia de excitación. El conjunto fue validado rigurosamente mediante mediciones sobre estándares conocidos, análisis estadístico de la señal del fotomultiplicador y comparaciones con el sistema original. Las modificaciones realizadas se diseñaron de forma general para aplicarlas a cualquier espectrofluorímetro que tenga monocromadores controlados por motores por paso, y cuya señal óptica se lea con un tubo fotomultiplicador. Esto se comprobó aplicando las modificaciones, tanto software como hardware, a un instrumento similar, pero distinto al de nuestro laboratorio. Finalmente, el instrumento renovado fue utilizado para caracterizar un lote de UCNPs sintetizadas en el INQUIMAE, obteniendo espectros de emisión a distintas potencias de excitación y curvas de decaimiento temporal en varios picos espectrales. Este trabajo no solo permitió realizar, por primera vez en Argentina, una caracterización óptica completa de este tipo de nanopartículas, sino que dejó una plataforma abierta y replicable para otros laboratorios con instrumentos similares. Todo el desarrollo, tanto de hardware como de software, fue documentado y publicado en línea.

Los resultados fueron recientemente publicados en Nanoscale Advances [2].

[1] Haase, M., & Schäfer, H. (2011), *Angewandte Chemie International Edition* 50(26), 5808-5829.

[2] Di Napoli, T., Bujjamer, J. M., Illescas, M., Barja, B., & Grecco, H. E. (2025), *Nanoscale Advances* 7(13), 4214-4220.

Fundamentos, Información y Tecnologías Cuánticas

Lunes 15 14:00 – 14:20 hs

Aula -208, CPSK

Amplificación del Hamiltoniano en variables continuas - análisis de efectos de ruido

Cormick Cecilia¹

¹ *Universidad de la República de Uruguay (UDELAR), Instituto de Física de la Facultad de Ingeniería*

En sistemas cuánticos de dimensión finita no es posible acelerar la evolución, o amplificar el Hamiltoniano del sistema, a menos que se tenga conocimiento completo del mismo y control sobre sus parámetros. En contraste, la dinámica de una importante familia de sistemas cuánticos de variables continuas puede ser acelerada sin conocimiento de los parámetros y usando solamente controles locales. El procedimiento está basado en la aplicación de operaciones de “squeezing”, y puede ser también utilizado para amplificar el acoplamiento entre grados de libertad discretos y continuos o las interacciones entre qubits mediadas por osciladores armónicos. Sin embargo, dependiendo de las características del sistema, es posible que la amplificación del ruido sea mayor que la de la dinámica deseada. En este trabajo se considera el impacto de diferentes modelos de decoherencia y se analiza cuáles de ellos son compatibles con una amplificación exitosa, que tienda a disminuir los efectos del ruido.

Lunes 15 14:20 – 14:40 hs

Aula -208, CPSK

Termometría local de estados vibracionales fuera del equilibrio de una cadena de iones

Bonetto Muriel^{1 2}, Nuñez Barreto Nicolás Adrián^{1 2}, Schmiegelow Christian Tomás^{1 2}, Cormick Cecilia^{3 4}

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

² *Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) Palermo, Universidad de Buenos Aires (UBA) San Nicolas, Instituto de Física de Buenos Aires (IFIBA) Belgrano*

³ *Universidad de la República de Uruguay (UDELAR), Facultad de Ingeniería, Instituto de Física*

⁴ *Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) Palermo, Universidad Nacional de Córdoba (UNC) Córdoba Capital, Instituto de Física Enrique Gaviola (IFEG) Córdoba Capital*

La simulación del transporte de energía vibracional y de fenómenos de la termodinámica cuántica con iones atrapados requiere de buenos métodos para la estimación de temperatura. Una herramienta valiosa para este fin se basa en el ajuste de resonancias oscuras en el espectro de fluorescencia de un ion. Sin embargo, esta técnica requiere resolver la dinámica acoplada de grados de libertad de movimiento y electrónicos, lo cual es computacionalmente costoso. Esto implica una relación de compromiso entre exactitud y velocidad en la estimación de la temperatura. En este trabajo, evaluamos diversas ecuaciones dinámicas simplificadas para simular el espectro de un ion atrapado sometido a movimiento térmico, destacando las ventajas y limitaciones de cada método. Además, analizamos la aplicabilidad de este enfoque para medir temperaturas locales en una cadena de iones atrapados. Nuestro estudio incluye una propuesta experimental detallada para medir perfiles de temperatura en el sistema fuera del equilibrio, respaldada por simulaciones numéricas de la dinámica y el proceso de medición.

Lunes 15 14:40 – 15:00 hs

Aula -208, CPSK

Estudio de distribuciones de cuasi-probabilidad y fluctuaciones de trabajo en sistemas cuánticos fuera del equilibrioMurgia Maximiliano^{1 2}, Mayo Franco^{1 2}, Roncaglia Augusto^{1 2}¹ *Universidad de Buenos Aires (UBA) San Nicolas, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN) Belgrano, Departamento de Física, Buenos Aires, Argentina*² *Universidad de Buenos Aires (UBA) San Nicolas, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) Palermo, Instituto de Física de Buenos Aires (IFIBA) Belgrano, Buenos Aires, Argentina*

El concepto de trabajo es uno de los más básicos y fundamentales dentro de la física. Por lo cual, resulta de extrema importancia formular una definición general válida para cualquier sistema cuántico. Sin embargo, esta tarea presenta serias dificultades. Esto se debe, en una primera instancia, a que muchos de los conceptos subyacentes de su definición clásica no se pueden trasladar al mundo cuántico. Es más, puede mostrarse que resulta imposible describir su estadística por medio de una distribución de probabilidad si se pretende que, al mismo tiempo, cumpla con una serie de requisitos que resultan razonables para una definición adecuada del mismo [1]. Esto ha provocado que la comunidad científica buscara enfoques alternativos para dar respuesta a esta problemática, siendo uno de ellos el uso de distribuciones de cuasi-probabilidad [2-8].

El propósito de este trabajo es desarrollar en detalle el problema central que presenta dar con una definición de trabajo satisfactoria y cómo esto se resuelve mediante el uso de distribuciones de cuasi-probabilidad. En particular, se analizan las distribuciones de Margenau-Hill [2], Full-Counting [3] y Kirkwood-Dirac [4], contrastando sus ventajas y desventajas a la hora de describir procesos que involucran estados con coherencias cuánticas. Además, se realiza el estudio de una distribución de cuasi-probabilidad que fue definida recientemente y que se encuentra basada en la función de Wigner [9]. Se analizan diversos procesos que ocurren fuera del equilibrio para un sistema de dos niveles, hasta en aquellos que incluyen atajos adiabáticos.

Luego, se busca extender la identidad de Jarzynski conocida de la termodinámica estadística clásica a estados que no necesariamente son térmicos o, inclusive, presentan coherencias en el inicio de la dinámica. Para ello, se obtienen distintas extensiones basadas en las distribuciones de cuasi-probabilidad desarrolladas.

Se concluye que la definición de trabajo obtenida con el formalismo de cuasi-probabilidades resulta una propuesta superadora frente a los enfoques desarrollados mediante distribuciones de probabilidad. La aparición de valores por fuera de los reales positivos (valores de no-clasicalidad) brindados por las diferentes distribuciones de cuasi-probabilidad demuestra la presencia de coherencias cuánticas al inicio de la evolución. Por otra parte, se obtuvieron extensiones a la identidad de Jarzynski para cada una de las distribuciones de cuasi-probabilidad estudiadas, las cuales corroboran, bajo las hipótesis y límites apropiados, el resultado conocido de la termodinámica estadística clásica.

[1] M. Perarnau-Llobet, E. Bäumer, K. V. Hovhannisyan, M. Huber y A. Acín, Phys. Rev. Lett. 118, 070601, 2017.

[2] A. E. Allahverdyan, Phys. Rev. E 90, 032137, 2014.

[3] P. Solinas y S. Gasparinetti, Phys. Rev. E 92, 042150, 2015.

[4] M. Lostaglio, A. Belenchia, A. Levy, S. Hernandez Gomez, N. Fabbri, and S. Gherardini, ar-Xiv:2206.11783, 2022.

[5] P. Solinas y S. Gasparinetti, Phys. Rev. A 94, 052103, 2016.

[6] H. M. Wiseman, Phys. Rev. A 65, 032111, 2002.

- [7] M. J. W. Hall, Phys. Rev. A 69, 052113, 2004.
 [8] H. J. D. Miller y J. Anders, New Journal of Physics 19, 192001, 2007.
 [9] F. Cerisola, F. Mayo, A. J. Roncaglia, Entropy 25, 1439, 2023.

Lunes 15 15:00 – 15:20 hs

Aula -208, CPSK

Diseño e implementación de un procesador cuántico basado en qubits tipo fluxonium

Gatto Maximiliano^{1 2 3 4}, Reparaz Valentín^{1 2 3 4}, Sánchez María José^{1 2 3}, Domínguez Daniel^{1 2 3}, Tosi Leandro^{1 2 3 4}

¹ Instituto Balseiro (IB) San Carlos de Bariloche

² Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) Nuñez

³ Universidad Nacional de Cuyo (UNCuyo) Mendoza Capital

⁴ Grupo de circuitos cuánticos Bariloche

En este trabajo, estudiamos teóricamente mediante modelos analíticos y simulaciones numéricas cuatro aspectos relevantes para la implementación de un procesador cuántico basado en qubits tipo fluxonium [1,2]: i) el protocolo de lectura del estado del qubit utilizando técnicas de circuit QED, ii) la optimización de compuertas single-qubit mediante un forzamiento periódico en la variable carga o flujo, iii) el estudio de distintas estrategias de acoplamiento qubit-qubit, en particular un esquema de acoplamiento dual inductivo-capacitivo que permite minimizar la interacción longitudinal indeseada (ZZ) típica de estas arquitecturas, y iv) la optimización de operaciones de dos qubits, mediante una compuerta cross-resonance para obtener una CNOT.

[1] L. B. Nguyen, PRX Quantum 3, 037001 (2022).

[2] L. B. Nguyen, Phys. Rev. X 9, 041041 (2019).

Lunes 15 15:20 – 15:40 hs

Aula -208, CPSK

Sincronización de qubits vía efecto Casimir dinámico en sistemas abiertos

Francisquez Sebastián¹, Lombardo Fernando^{2 3 1}

¹ Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN) Belgrano

² Instituto de Física de Buenos Aires (IFIBA) Belgrano

³ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) Palermo

Una de las predicciones fundamentales de la teoría cuántica de campos es que condiciones de contorno dependientes del tiempo pueden inducir la creación de partículas a partir del vacío. En el caso de los fotones, este fenómeno se conoce como efecto Casimir dinámico (DCE, por sus siglas en inglés), predicho por Moore en 1970. Debido a las desafiantes condiciones experimentales necesarias para su observación, el DCE ha sido verificado principalmente mediante implementaciones efectivas utilizando circuitos superconductores de microondas.

Por otro lado, un fenómeno que también ha despertado un creciente interés en la comunidad científica es la sincronización cuántica. La sincronización consiste en el ajuste de ritmos o fases entre osciladores débilmente acoplados o impulsados por una fuente externa. Este fenómeno tiene múltiples aplicaciones potenciales, desde el reconocimiento de patrones neuronales en mamíferos hasta comportamientos colectivos en sistemas biológicos, como la sincronización de destellos en las luciérnagas. En el ámbito cuántico, se ha destacado su potencial utilidad en tareas de sondeo y comunicación cuántica, entre otras.

En este trabajo exploramos la intersección entre ambos fenómenos: la sincronización de dos qubits inducida por el efecto Casimir dinámico. Consideramos una implementación realista en

la que dos qubits superconductores están acoplados a un resonador de guía de onda coplanar, terminado en un extremo por un SQUID. Al modular el flujo externo que atraviesa el SQUID, se altera dinámicamente la condición de contorno del resonador, generando fotones a través de una resonancia paramétrica. Estudios teóricos previos han demostrado que esta configuración permite sincronizar los qubits bajo condiciones de resonancia mediante la acción de los fotones generados. En nuestro trabajo, extendemos este análisis al campo de sistemas abiertos, incorporando efectos de disipación, relajación y decoherencia. Es de interés estudiar si las pérdidas que inevitablemente aparecerán en el sistema de control y medición de los circuitos superconductores, afectan de manera significativa o no al modelo de sincronización en estudio.

Lunes 15 15:40 – 16:00 hs

Aula -208, CPSK

Estimación del tamaño de clusters de espines correlacionados usando codificación con pequeñas fases en experimentos de RMN

Sánchez Claudia M.¹, Álvarez Gonzalo A.², Acosta Rodolfo H.^{1 3}, Pastawski Horacio M.^{1 3}, Lozano Negro Fabricio S.^{4 5}, Chattah Ana K.^{1 3}

¹ Facultad de Matemática Astronomía, Física y Computación (FAMAF) Córdoba Capital, Universidad Nacional de Córdoba (UNC) Córdoba Capital

² Instituto Balseiro (IB) San Carlos de Bariloche, Centro Atómico Bariloche (CAB) San Carlos de Bariloche, Instituto de Nanociencia y Nanotecnología, Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA)

³ Instituto de Física Enrique Gaviola (IFEG) Córdoba Capital, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

⁴ Dipartimento di Fisica e Astronomia, Università degli Studi di Firenze e CSDC, 50019 Sesto Fiorentino, Italia

⁵ Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, Sezione di Firenze, 50019 Sesto Fiorentino, Italia

La evolución de un sistema de espines bajo la acción del Hamiltoniano promedio puede analizarse a través de la evolución del tamaño de cluster que se obtiene a partir de las Out of Time Order Correlations (OTOCs) a distintos tiempos [1]. Tradicionalmente ese tamaño de cluster se calcula partiendo de múltiples mediciones del comportamiento del sistema bajo rotaciones en m pasos $\Delta\phi$ tal que $m\Delta\phi = 2\pi$. Usando la transformada de Fourier obtenemos la distribución de coherencia (MQC) y podemos extraer el tamaño de cluster. En este trabajo obtenemos una estimación del tamaño de cluster analizando el comportamiento de la señal para fases pequeñas. No es necesaria la medición todas las fases hasta rotar 2π , ni el análisis de Fourier. Los resultados muestran que podemos extraer la misma información respecto del crecimiento del sistema usando ambos métodos.

[1] FS Lozano-Negro; CM Sánchez; AK Chattah; GA Álvarez; HM Pastawski, Phys. Rev. A 110 (2024) 042410.

Martes 16 14:00 – 14:20 hs

Aula -208, CPSK

Entrelazamiento en sistemas de partículas indistinguibles

Cianciulli A^{1 2}, Rossignoli R^{1 3 4}, Gigena N^{1 2}, García J^{1 2}, Petrovich F^{1 2}

¹ Instituto de Física de La Plata (IFLP) Ciudad de La Plata

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) Palermo

³ Comisión de Investigaciones Científicas (CIC) Ciudad de La Plata

⁴ Universidad Nacional de La Plata (UNLP) Ciudad de La Plata, Depto. de Física, FCEX

El concepto de entrelazamiento cuántico se definió originalmente para sistemas de compo-

nentes distinguibles, para los cuales el espacio de Hilbert asociado tiene la estructura de producto tensorial. La extensión al caso de sistemas de partículas distinguibles no es directa y admite varias versiones, comenzando por los denominados entrelazamiento de modos y entrelazamiento de partícula. En este trabajo analizamos el concepto de entrelazamiento de 1 cuerpo, y su extensión, el entrelazamiento de m-cuerpos, en sistemas fermiónicos y bosónicos [1]. Este entrelazamiento se basa esencialmente en la matriz densidad reducida de m-cuerpos, y es independiente de la elección de modos. Se muestra que es posible introducirlo desde una descomposición bipartita generalizada $(m, N-m)$ de un estado arbitrario de N partículas, fermiónico o bosónico, y está asociado a la correspondiente expansión de Schmidt del estado. Se demuestra asimismo que este entrelazamiento exhibe propiedades de monotonía frente a un cierto conjunto de operaciones cuánticas, y que incluye como caso particular el entrelazamiento bipartito usual entre componentes distinguibles. Se muestran ejemplos ilustrativos en sistemas fermiónicos y bosónicos, incluyendo sistemas moleculares.

[1] J. A. Cianciulli, R. Rossignoli, N. Gigena et al, Phys. Rev. A 110, 032414 (2024).

Martes 16 14:20 – 14:40 hs

Aula -208, CPSK

Formalismo de estados historia para series temporales con aplicación a finanzas

Lomoc Fernando¹, Canosa Norma¹, Rossignoli Raúl^{1 2}

¹ *Instituto de Física de La Plata (IFLP) Ciudad de La Plata, Universidad Nacional de La Plata (UNLP) Ciudad de La Plata, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) Palermo*

² *Comisión de Investigaciones Científicas (CIC) Ciudad de La Plata*

Presentamos un método para interpretar series temporales empleando el formalismo de estados historia en mecánica cuántica. Este formalismo permite describir la evolución completa de un sistema en base a un único estado cuántico, el estado historia, que incluye simultáneamente al sistema y a un reloj de referencia (considerado también como un sistema cuántico), que conduce al concepto de entrelazamiento sistema-tiempo.

La serie temporal puede ser interpretada como una serie de estados cuánticos coherentes, lo que permite definir al estado historia. El grado de evolución del sistema se puede medir entonces a través de dicho entrelazamiento sistema-reloj, que da cuenta del número efectivo de estados ortogonales visitados por el sistema en dicha historia. El entrelazamiento se cuantifica a través de medidas entrópicas, que dependen del overlap entre los distintos estados visitados.

Con estas herramientas desarrollamos un indicador de volatilidad de distintos activos financieros, que se compara con la medida estándar de volatilidad, el índice VIX. Además, analizamos el espectro de la matriz de overlap para distintos períodos, lo cual proporciona un indicador satisfactorio de las fluctuaciones de los precios de dichos activos.

Mostramos que nuestra medida podría proporcionar un indicador de volatilidad alternativo, más general y accesible frente a indicadores estándar.

Martes 16 14:40 – 15:00 hs

Aula -208, CPSK

Dinámicas Max Ent y geometría inducida por el producto de covarianza

Matera Juan Mauricio^{1 2}, Pérez Federico Tomás Benito¹

¹ *Instituto de Física de La Plata (IFLP) Ciudad de La Plata*

² *Universidad Nacional de La Plata (UNLP) Ciudad de La Plata, Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas, UNLP*

Uno de los desafíos fundamentales en la descripción de sistemas cuánticos de muchos cuerpos es la simulación eficiente de su dinámica. En general, la evolución de cantidades observables acopla las magnitudes accesibles experimentalmente —como los valores medios locales y las correlaciones de dos cuerpos— con un número crecientemente grande de correlaciones de muchos cuerpos, lo que vuelve su tratamiento directo intratable. Una excepción importante a esta situación la constituyen las llamadas dinámicas gaussianas, en las que la evolución de los observables accesibles está cerrada.

Una posible generalización de estas dinámicas, aplicable a sistemas no necesariamente gaussianos, son las dinámicas restringidas en variedades de estados de máxima entropía (Max-Ent). Estas variedades están formadas por estados cuánticos parametrizados por los valores medios de un conjunto reducido de observables, y que maximizan la entropía de von Neumann bajo dichas restricciones. En esta presentación se discutirán distintas estrategias para implementar, de manera eficiente, dinámicas restringidas que aproximen una evolución Hamiltoniana, así como las potencialidades y limitaciones de este enfoque como método de aproximación. En particular, se analizará la dinámica proyectada vía la geometría inducida por el llamado *producto de covarianza* como linealización eficiente de la proyección Max-Ent, y la relación de esta geometría con la aproximación usual de campo medio autoconsistente [1,2].

[1] Phys. Rev. A 109, 022401 (2024).

[2] Physics Reports 131, 1–146 (1986).

Martes 16 15:00 – 15:20 hs

Aula -208, CPSK

Termalización dinámica para la ecuación de Schrödinger no lineal en sistemas caóticos

Ermann Leonardo¹

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

Estudiamos analítica y numéricamente la evolución temporal de un campo no lineal descrito por la ecuación de Schrödinger no lineal en un billar caótico en forma de D. En ausencia de no linealidad, el sistema tiene las propiedades estándar del caos cuántico. Este modelo describe la propagación longitudinal de la luz en una fibra óptica multimodo en forma de D y también en un medio no lineal de Kerr de vapor atómico.

Mostramos que, por encima de un cierto umbral caótico de la no linealidad, el caos conduce a una termalización dinámica con la distribución térmica de Rayleigh-Jeans y a la formación del condensado de Rayleigh-Jeans en la vecindad del estado fundamental, acumulando en él alrededor del 80-90% de la probabilidad total. Se discuten ciertas similitudes de este fenómeno con el condensado de Fröhlich. Por debajo del umbral de caos, la dinámica es cuasi-integrable, correspondiendo a la integrabilidad de Kolmogorov-Arnold-Moser.

La evolución hacia el estado térmico se caracteriza por una inusual dependencia temporal de la entropía, con un aumento en tiempos cortos y una posterior disminución significativa al aproximarse al estado estacionario. Con una no linealidad fuertemente focalizante, mostramos que el colapso de onda puede ocurrir incluso con una energía positiva suficientemente alta, siendo muy diferente del caso en espacio abierto. Finalmente, para el caso defocalizante, establecemos el régimen superfluido para la dinámica de vórtices con una fuerte no linealidad.

Martes 16 15:20 – 15:40 hs

Aula -208, CPSK

Extensión del vector de Schmidt para estados mixtos para caracterizar

el entrelazamiento

Meroi Franco¹, Bosyk Gustavo Martin², Losada Marcelo²

¹ CONICET-Universidad de Buenos Aires, Instituto de Investigaciones Matemáticas Luis A. Santalo (IMAS)

² CONICET-Universidad de Buenos Aires, Instituto de Ciencias de la Computación (ICC)

En este trabajo se explotaron las propiedades del lattice de mayorización para caracterizar al entrelazamiento en estados mixtos. Se definió al vector de Schmidt de un estado mixto de dos maneras distintas, primero mediante la técnica de techo cóncavo de vectores de Schmidt asociados a cada ensemble del estado o, equivalentemente, mediante el conjunto de estados puros que se pueden transformar al estado mediante operaciones locales y comunicación clásica (LOCC). Se mostró que esta extensión caracteriza completamente a los estados separables, los máximamente entrelazados, y es fuertemente monótona ante LOCC. Por otro lado, se halló una equivalencia entre el número de Schmidt de una matriz con el soporte de este vector, y por último, se halló una familia de monotonías de entrelazamiento a partir de este vector.

Martes 16 15:40 – 16:00 hs

Aula -208, CPSK

Embeddings de grafos de conocimiento con algoritmos cuánticos variacionales

Bosyk G M¹, Santesteban M^{1 2}, Bruno P¹, Cifuentes S^{1 2}, Bellomo G¹

¹ CONICET-Universidad de Buenos Aires. Instituto de Ciencias de la Computación (ICC). Buenos Aires, Argentina

² Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Departamento de Computación. Buenos Aires, Argentina.

En esta charla presentaré qCUERO (Quantum Classical Universal Embeddings for Relations and Objects), un marco versátil para generar embeddings de grafos de conocimiento mediante algoritmos cuánticos variacionales. El modelo optimiza representaciones de entidades y relaciones empleando circuitos cuánticos parametrizados, fusionando la preparación y medición de estados cuánticos con técnicas de optimización clásicas. Exploraremos diversas arquitecturas de circuitos cuánticos, enmarcadas en un esquema unificado, y discutiremos las posibles ventajas en complejidad y expresividad frente a los modelos de embeddings tradicionales.

Miércoles 17 14:00 – 14:20 hs

Aula -208, CPSK

Caracterización de junturas Josephson para dispositivos cuánticos criogénicos y optimización de los procesos de microfabricación asociados

Bazano Francisco^{1 2}, Ferreyro Luciano Pablo², Hampel Matias Rolf², Muller Nahuel², Bonilla Jesus², Sucunza Lucía²

¹ Universidad de Buenos Aires (UBA) San Nicolas

² Instituto de Tecnologías en Detección y Astropartículas (ITeDA) San Martin

El proyecto internacional QUBIC (Q&U Bolometric Interferometer for Cosmology), es un proyecto de cosmología observacional dedicado a la exploración de la era inflacionaria del universo. La evidencia más directa de inflación se puede apreciar en las anisotropías del CMB, donde se podrían ver la polarización de los modos B generados por las ondas gravitacionales primordiales que se produjeron durante la inflación.

QUBIC es un radio-interferómetro y su demostrador tecnológico (TD, por sus siglas en inglés) se encuentra instalado y realizando operaciones de prueba en Altos Chorrillos cerca de San Antonio

de los Cobres, en la Provincia de Salta, a una altura de aprox. 4820m sobre el nivel del mar. El diseño original de QUBIC cuenta con dos planos focales a fin de observar el cielo en dos bandas de frecuencias centradas en 150 GHz y 220 GHz, separando así las señales del CMB de otras fuentes de emisión (foreground). El TD dispone de un cuarto de uno de los planos focales, con 256 detectores criogénicos operando a una temperatura base de alrededor de 320mK. El instrumento final (FI) tendrá 1024 detectores por plano focal. Una limitación muy importante en esta primera versión, se debe a la enorme dificultad que se encuentra al querer diseñar y construir la placa dicróica que permitiría separar la radiación incidente, en las dos bandas de frecuencia de operación deseadas, así como también que pueda operar en un ángulo de incidencia de 45°. Sin esta placa dicróica, el instrumento no puede operar observando simultáneamente en las bandas de frecuencia de interés.

Con el objetivo de que QUBIC pueda escanear el cielo en las dos bandas definidas (150 GHz y 220 GHz) simultáneamente y de disminuir la carga térmica asociada a la tecnología utilizada (detectores y electrónica asociada dentro del crióstato), la colaboración Argentina comenzó con el desarrollo de una nueva cámara para el instrumento con detectores multicrónicos. Para esto, se propone detectores basados en Micro-Bolómetros Magnéticos (MMB, por sus siglas en inglés) acoplados a una antena los cuales serán leídos por un Multiplexor de Dispositivos de Interferencia Cuántica Superconductores (SQUID, por sus siglas en inglés) de microondas (μ MUX), permitiendo una multiplexación en el dominio de la frecuencia. Este trabajo contribuirá al desarrollo de la cámara bolométrica multicrónica propuesta para el telescopio QUBIC.

Un paso de fundamental importancia en el proceso de fabricación del μ MUX es la caracterización y fabricación de Junturas Josephson. El objetivo de este trabajo es estudiar y fabricar junturas del tipo superconductor-aislante-superconductor (SIS), en particular, las de estructura tri-capa: Nb/Al-AlO_x/Nb, que permite utilizar procesos de fabricación estandarizados, ampliamente utilizados en el mundo, y que permiten obtener una gran escalabilidad y baja dispersión de fabricación de los parámetros de diseño.

En este trabajo presentamos el arreglo experimental montado para la caracterización de Junturas Josephson, y las primeras mediciones. Se realizó la caracterización de la curva I-V, a una temperatura estándar de 4.2 K, extrayendo los parámetros de calidad de *Gap Voltage*, el producto $I_c R_n$ (corriente crítica de la juntura por la resistencia normal de la juntura), *subgap branch*, entre otros. Para que la caracterización sea posible fue necesario armar un sistema de filtros tanto criogénicos, como no criogénicos, con el objetivo de reducir el ruido que se pueda acoplar a la corriente continua que se utiliza para caracterizar las junturas. En conjunto a las mediciones, se realizó una simulación del arreglo experimental, para analizar como afecta a la medición la presencia de estos filtros.

Miércoles 17 14:20 – 14:40 hs

Aula -208, CPSK

Descomposición bilineal de MILP (Mixed Integer Linear Programs) para Motion Planning usando computadoras cuánticas

Agorio Grove Leopoldo Carlos¹, Paternain Santiago², Bazerque Giusto Juan Andrés¹

¹ *Universidad de la República de Uruguay (UDEAR) , Departamento de Sistemas y Control, Instituto de Ingeniería Eléctrica, Facultad de Ingeniería*

² *Department of Electrical Computer and Systems Engineering, Rensselaer Polytechnic Institute, Troy NY*

Las computadoras cuánticas prometen acelerar la optimización binaria al reducir exponencialmente el número de cálculos necesarios. Aprovechamos esto para resolver una familia de programas lineales enteros mixtos factibles mediante una novedosa reformulación bilineal de la

descomposición de Bender, que puede reformularse fácilmente como un problema de optimización binaria cuadrática sin restricciones (QUBO). A continuación, demostramos cómo resolver QUBO en una computadora cuántica utilizando el reconocido algoritmo QAOA, que implementa una discretización de la ecuación de Schrödinger. Finalmente, presentamos Motion Planning como un problema práctico que puede resolverse en una computadora cuántica con cientos de qubits utilizando nuestro enfoque, pero que resulta prohibitivo para los algoritmos de optimización binaria estándar implementados en CPU.

Miércoles 17 14:40 – 15:00 hs

Aula -208, CPSK

Dinámica polaritónica de una molécula confinada en una cavidad (Cavity-QED): explorando superradiance.

Mendez Martin^{2 1}, Pont Federico M.^{2 1}

¹ Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Matemática, Astronomía, Física y Computación (FAMAF UNC)

² Instituto de Física Enrique Gaviola, IFEG CONICET-UNC

Se busca caracterizar la dinámica de una molécula de NeHe^+ confinada transversalmente e inmersa en un campo fotónico cuantizado debido a la presencia de una cavidad, en diferentes regímenes de acoplamiento molécula-campo. Se buscan indicios de *Superradiant Transition (ST)* [1-2], evaluando el parámetro de orden de la transición (valor de expectación del operador de aniquilación fotónica), cantidades conservadas y entrelazamiento.

Se deriva, a partir de primeros principios, un modelo unidimensional efectivo [3] para la molécula, proponiendo un tratamiento relativista para el campo fotónico cuantizado en una cavidad de tipo Fabry-Pérot (Cavity-QED) y un límite no-relativista para la molécula (Length Gauge Pauli-Fierz Hamiltonian [4]). La dinámica nuclear se considera en la aproximación Born-Oppenheimer (BOA), teniendo en cuenta la interacción con un único modo resonante del campo cuantizado en la aproximación dipolar. Este modelo se puede interpretar como una variante al modelo de Rabi al que le incorporamos la dinámica nuclear, cuyo efecto es que los momentos dipolares de transición y la frecuencia de la molécula se ven modificados por la dinámica.

La ecuación de Schrödinger independiente del tiempo (TISE), las curvas de energía potencial (PECs, moleculares y polaritónicas) y los momentos dipolares de transición se calculan utilizando el Método de Elementos Finitos (FEM) con el paquete de desarrollo propio FEMTISE [5]. La ecuación de Schrödinger dependiente del tiempo (TDSE) para la dinámica conjunta molécula-campo se resuelve utilizando el paquete MCTDH (Multi-Configuración Time-Dependent Hartree) [6].

Los casos que estudiamos consideran a la molécula inicialmente en un estado excitado disociativo. Se calculan densidades de probabilidad fotónicas y nucleares dependientes del tiempo para diferentes intensidades de acoplamiento luz-materia, mostrando que acoplamientos fuertes, comparados con el acoplamiento crítico (g_c) de la ST, favorecen el confinamiento molecular, mientras que en regímenes débiles ocurre la disociación molecular. Se analizan los valores de expectación del operador paridad del número total de excitaciones (cantidad conservada) y del operador número de fotones, observándose un cambio de comportamiento cerca de g_c , correlacionado con el parámetro de orden. Finalmente, se analizan las dinámicas de las transiciones electrónicas, de la función de autocorrelación a segundo orden, de la probabilidad asociada a tener n fotones en la cavidad y de la entropía de von Neumann, revelando efectos de coherencia fotónica y entrelazamiento.

[1] Roses, M. M., & Dalla Torre, E. G. (2020) PLoS ONE 15, e0235197.

[2] Ashhab, S. (2013) Phys. Rev. A 87, 013826

[3] Mendez, M., & Pont, F. M. (2025) Phys. Rev. A. 111, 052411.

- [4] Ruggenthaler, M., Sidler, D., & Rubio, A. (2023). Chem. Rev. 123, 11191–11229.
[5] Mendez M.,(2024), <https://github.com/mendzmartin/FEMTISE.jl>.
[6] Meyer, H. D., Manthe, U., & Cederbaum, L. S. (1990). Chem. Phys. Lett. 165, 73-78.

Miércoles 17 15:00 – 15:20 hs

Aula -208, CPSK

Optimización semidefinida para estimación de estados fundamentales

Crosta Tomas¹, Huber Felix¹

¹ *University of Gdansk*

En las últimas décadas, la optimización semidefinida positiva (SDP) se ha consolidado como una herramienta clave para abordar de manera eficiente problemas complejos en diversas disciplinas. En física cuántica, esto ha motivado el desarrollo de métodos para obtener cotas superiores e inferiores en propiedades de sistemas de muchos cuerpos, aprovechando la estructura algebraica del problema y ampliando el espacio de optimización.

En esta contribución, nos enfocamos en la construcción de una jerarquía de programas semidefinidos destinada a estimar cotas inferiores para la energía del estado fundamental de un Hamiltoniano que constituye una variante del modelo de Heisenberg. Este tipo de sistemas puede describir materiales con interacciones ferromagnéticas, y pertenece a la clase de complejidad QMA, lo que implica que su resolución exacta es intratable incluso para una computadora cuántica.

Miércoles 17 15:20 – 16:00 hs

Aula -208, CPSK

Asamblea de la División de Fundamentos, Información y Tecnologías Cuánticas

Industria y Tecnología

Lunes 15 14:00 – 14:30 hs

Aula -205, CPSK

Detección e identificación de quirópteros en Yunga Argentina con monitoreo acústico pasivo

Diosquez Adad Máximo Aníbal¹, Lauxmann Granillo Marisol¹, Guerrero Tomás¹, Dos Santos Daniél², Albanesi Sebastian², Gómez Marigliano Ana Clelia^{1 3}

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

² *Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Instituto de Biodiversidad Neotropical (IBN), Cúpulas Horco Molle, Yerba Buena, Tucumán, Argentina.*

³ *INFINOA (CONICET-UNT), Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán.*

El método que se desarrolla en este trabajo surge a partir de la necesidad de detectar e identificar quirópteros en las Yungas de la provincia de Tucumán de forma no invasiva. Se utilizó Monitoreo Acústico Pasivo (PAM) en una zona cerca de un arroyo. A partir de la comparación espectral y auditiva a baja velocidad con registros de *Xeno-Canto*, se identificaron tres especies satisfactoriamente: *Molossus molossus*, *Myotis riparius*, *Eptesicus furinalis*. Se concluyó, además, la preferencia horaria de vocalización de cada especie. La importancia del método ideado radica en que puede extenderse para identificar más especies si hay muestras disponibles para compararlas.

Lunes 15 14:30 – 15:00 hs

Aula -205, CPSK

Celdas solares inorgánicas de perovskita libres de plomo

Saltos Sanchez Harry Bismark¹, Capelletti Marcelo Angel², Gil Rebaza Arles Victor³

¹ *Universidad Nacional de La Plata (UNLP), Comisión de Investigaciones Científicas (CIC)*

² *Universidad Nacional Arturo Jauretche (UNAJ) Florencio Varela, Universidad Nacional de La Plata (UNLP) Ciudad de La Plata, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) Palermo*

³ *Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) Palermo, Instituto de Física de La Plata (IFLP) Ciudad de La Plata, Universidad Nacional de La Plata (UNLP) Ciudad de La Plata*

La necesidad de energías limpias y sostenibles ha llevado a la comunidad científica en tecnologías fotovoltaicas a buscar alternativas más eficientes y, al mismo tiempo, ecológicamente amigables. Las celdas solares de perovskita han emergido como una opción prometedora, debido a los hitos alcanzados en eficiencia año tras año, llegando a superar a las celdas solares basadas en silicio. Además, representan una alternativa potencialmente más económica.

Sin embargo, aún enfrentan desafíos importantes, como la estabilidad a largo plazo y el uso de plomo en una de sus configuraciones más eficientes y estables: CsPbX_3 (donde $X = \text{I}, \text{Cl}, \text{Br}$). Estas limitaciones hacen que las perovskitas sigan siendo objeto de estudio y mejora antes de escalar a una producción comercial.

Nuestro trabajo se enfoca en explorar alternativas basadas en $\text{CsGe}_n\text{Pb}_{1-n}\text{X}_3$ y $\text{CsSn}_n\text{Pb}_{1-n}\text{X}_3$ ($X = \text{Cl}, \text{Br}, \text{I}; 0 \leq n \leq 1$), donde el plomo (Pb) es reemplazado por estaño (Sn) o germanio (Ge), usando métodos *ab initio* basados en la teoría del funcional de la densidad (DFT). Esta metodología nos permite identificar configuraciones de perovskita con propiedades óptimas para ser simuladas y evaluadas en su viabilidad como materiales fotovoltaicos utilizando el software

SCAPS-1D.

Lunes 15 15:00 – 15:30 hs

Aula -205, CPSK

Vigilancia de la vibración de los internos del reactor de la Central Nuclear Embalse mediante la técnica de ruido neutrónico

Bonifacio Pulido Karim Rossio^{1 2 3}, Wentzeis Luis M.^{4 2 3}, Calvo María Dolores^{5 2 3}, Rodriguez Maziere Jennyfer^{5 2 3}, Pomeranz Marcelo^{6 7}, Villar Javier^{6 7}, Damiani Hermes^{6 7}

¹ *Gerencia de Desarrollo Ensayos y Gestión de Vida, Gerencia de Área de Energía Nuclear, Comisión Nacional de Energía Atómica*

² *Centro Atómico Constituyentes (CAC) Villa Maipu, CAC - Centro Atómico Constituyentes Avenida Gral. Paz 1499, Villa Maipu [1650], Buenos Aires, Argentina*

³ *Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) Nuñez*

⁴ *División de Física Experimental de Reactores, Gerencia de Reactores y Centrales Nucleares, Gerencia de Área de Energía Nuclear*

⁵ *Departamento de Estudio de Reactores y Centrales, Comisión Nacional de Energía Atómica*

⁶ *Departamento de Seguridad Nuclear, Central Nuclear de Embalse, Nucleoeléctrica Argentina Sociedad Anónima*

⁷ *Central Nuclear Embalse - Ruta Provincial E61, Camino La Cruz, Córdoba, Argentina*

En un reactor nuclear, se define como ruido neutrónico a las fluctuaciones del flujo de neutrones (respecto al valor medio) que mide un sensor. La técnica de ruido neutrónico consiste en analizar las fluctuaciones de las señales de los sensores, en el dominio de la frecuencia mediante la medición de espectros. Estos espectros presentan una estructura característica, donde aparecen picos que corresponden a las frecuencias naturales de vibración de los componentes internos vecinos (Ej: Canales combustibles, tubos de instrumentación) y la magnitud de estos picos es proporcional a la amplitud de vibración de los internos.

Desde el año 1983, la División de Física Experimental de Reactores realiza en la Central Nuclear Embalse con la colaboración del personal de la misma, un monitoreo periódico del estado de vibración de los internos del reactor mediante el análisis de los espectros de aproximadamente 200 sensores neutrónicos ubicados dentro y fuera del núcleo, con el propósito de detectar vibraciones anómalas incipientes de los internos y de verificar la operatividad (respuesta dinámica) de las cadenas de medición neutrónicas, muy importantes para la operación segura del reactor.

La técnica de ruido neutrónico se destaca por permitir en las condiciones extremas presentes en el interior del núcleo, monitorear la vibración de los internos sin perturbar la operación de la central, utilizando la instrumentación existente, contribuyendo a la seguridad del reactor y a la disponibilidad de la planta.

La comparación de los espectros de ruido neutrónico más recientes (medidos en diciembre 2023) con los obtenidos en diciembre del 2021, tras la parada de reacondicionamiento de extensión de vida de la Central, muestran que el estado de las vibraciones de los internos se ha mantenido prácticamente constante.

Materia Blanda

Martes 16 14:00 – 14:20 hs

Aula -204, CPSK

Fenómenos críticos en la dinámica de flujos cargados de partículas

Fernandez Fabricio Eric¹, Hackney Garofalo Roderick Alexander², Barba Maggi Diego Guillermo², Aguirre María Alejandra^{1 3}, Piva Marcelo Fabian¹

¹ *Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires (FIUBA), Grupo de Medios Porosos (GMP)*

² *Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH) Riobamba Ecuador, Laboratorio GIICYT*

³ *Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) Palermo*

Se conoce como *fluidización* de un medio granular a la puesta en movimiento de sus constituyentes debido a una perturbación externa, como vibración del recipiente contenedor o penetración de un flujo vertical de fluido desde su parte inferior. En este último caso, el cambio de comportamiento del medio de un estado sólido inicial a un fluido posterior justifica la existencia de un fenómeno crítico siendo el caudal de inyección la variable relevante. Existen estudios sobre el caudal crítico que desencadena esta transición de fase en contenedores tridimensionales [1]. Este trabajo comprende el análisis detallado del comportamiento de un flujo vertical de fluido en presencia de un medio granular compuesto por microesferas de vidrio, sin embargo, en este caso, el flujo es inyectado desde la base de una celda de Hele Shaw (cuasi-bidimensional) completamente llena de este mismo fluido. Con el incremento del caudal se distinguen esencialmente dos grandes etapas:

Percolación: el caudal de entrada (Q) es bajo e insuficiente para que el movimiento de los granos cambie significativamente la topografía inicial del medio. En este régimen, el medio se comporta como un sólido, siendo localmente válida la Ley de Darcy.

Fluidización local: a partir de un caudal crítico ($Q_c^{(f)}$), se observa la dinamización de los granos, proceso acompañado por una disminución abrupta en la permeabilidad del medio granular y la formación de una *pluma* de fluidización. Al aumentar el caudal por sobre este valor crítico, se observa que los granos se depositan en torno al eje del jet generando dunas. En esta etapa se puede distinguir un rango de caudales en el cual la deposición se lleva a cabo mediante un movimiento oscilatorio lateral [2] cuyo inicio tiene lugar cuando la distancia entre los picos de cada duna es suficientemente grande, y cuyo fin se da cuando lo es la altura del jet con respecto a los picos. La medición de la frecuencia y amplitud de estas oscilaciones en función de diversos parámetros del sistema como el caudal Q , la altura de la capa de granos (h_g), la viscosidad del medio fluido (ν) y el tamaño de los granos (d), representa también uno de los objetivos relevantes de este estudio. En este régimen, el medio granular se comporta como un fluido.

Otro de los objetivos propuestos es estudiar la dependencia de cada uno de estos caudales críticos con h_g , d y ν , a la vez que también resulta interesante analizar el gradiente medio de presión durante todo el proceso. Por otra parte, la presencia de las dunas modifica la topografía inicial del medio, lo que genera que durante la disminución del caudal de inyección, la columna de granos afectada no recobre el valor del empaquetamiento inicial, por lo que el sistema experimenta histéresis. Este fenómeno se evidencia en el comportamiento del gradiente de presión medio en función del caudal de inyección.

[1] F Zoueshtiagh and A Merlen, Physical Review E 75, 056313 (2007).

[2] C Alaoui, A Gay and V Vidal, Physical Review E 106, 024901 (2022).

Martes 16 14:20 – 14:40 hs

Aula -204, CPSK

Estudio de la termodinámica del autoensamblado de supercristales de nanopartículas binarios mediante Teoría Molecular

Bonoli Santiago Federico^{2 1}, Missoni Leandro^{2 1}, Perez Sirkin Yamila Anahí^{2 1}, Tagliazucchi Mario^{2 1}

¹ Asociación Argentina de Investigación Fisicoquímica (AAIFQ)

² Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN) Belgrano

Los supercristales de nanopartículas (SCNPs) son materiales autoensamblados formados por nanopartículas recubiertas por ligandos, las cuales se organizan para formar estructuras periódicas en dos o tres dimensiones [1]. Estos materiales han despertado el interés de la comunidad científica debido a sus posibles aplicaciones en fotónica, plasmónica y nanoelectrónica. En particular, existe un gran interés en el estudio de SCNPs binarios, compuestos por dos tipos distintos de NPs. La gran variedad de posibles tamaños de núcleos y posibles ligandos produce una gran variedad de arreglos supercristalinos [2]. En este sentido, la predicción de la estructura en función de los parámetros de síntesis de las NPs constituyentes resulta de gran interés en vistas a sus aplicaciones.

En este trabajo, estudiamos la estabilidad termodinámica de distintos SCNPs binarios mediante el uso de una Teoría Molecular modificada (MOLT-CF) desarrollada recientemente en nuestro grupo [3]. Dicha teoría se basa en la construcción de un funcional de energía libre que depende de las distribuciones espaciales de ligandos y sus probabilidades conformacionales, mediante la cual se calculan las contribuciones entrópicas y energéticas a la energía libre del sistema periódico de NPs. Para evaluar la estabilidad de distintos SCNPs binarios, se estimaron las diferencias de energías entre el SCNPs binario con respecto a SCNPs monocomponente, tales como estructuras fcc y bcc. Se realizaron cálculos para diversas superestructuras binarias, tales como NaCl, MgZn₂, CsCl y NaZn₁₃, entre otras. Se evaluó el efecto en la estabilidad relativa de diversos parámetros, tales como el largo de los ligandos, el radio de las NPs y la relación de radios entre las NPs que forman el SCNPs.

Para estudiar la estabilidad de los distintos arreglos binarios, partiendo del mismo ligando y mismo tamaño de NPs, se obtuvieron las curvas de energía libre en función del parámetro de red. A partir de los mínimos de energía libre, se estimó la diferencia de energía en función de la relación de radios entre las NPs. Se observó que la región de estabilidad es cualitativamente consistente con SCNPs obtenidos experimentalmente. Por otro lado, se observó que al incrementar el tamaño de los núcleos inorgánicos, la región de estabilidad es aproximadamente constante. Finalmente, se observó que dichas regiones son afectadas significativamente por el largo de los ligandos utilizados.

Por otro lado, se modelaron las interacciones de a pares entre las NPs con el mismo tipo de ligando, variando el radio del núcleo inorgánico. A partir de estos potenciales efectivos de a pares, se estimaron las energías libres de los sistemas binarios y sus estructuras monocomponentes de referencia. Se observó que este método logra capturar la tendencia observada en los cálculos con MOLT-CF, en particular, reproduciendo cualitativamente la región de estabilidad de estos sistemas binarios. De esta manera, se muestra que el uso de potenciales efectivos de a pares puede resultar en una disminución significativa del coste computacional de los cálculos de energía libre, lo cual resulta de gran utilidad para la confección de diagramas de fases para SCNPs binarios.

[1] Bassani, Carlos L., et al. ACS nano 18.23 (2024): 14791-14840.

[2] Shevchenko, Elena V., et al. Nature 439.7072 (2006): 55-59.

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

Martes 16 14:40 – 15:00 hs

Aula -204, CPSK

Rizobios bajo flujo: daño y recuperación flagelar en largos microcanalesCarrillo Mora J. P.¹, Pires Monteiro M.¹, Lodeiro A. R.², Marconi V. I.³, Cordero M. L.¹¹ Departamento de Física - Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile, Santiago, Chile² Inst. de Biotecnología y Biología Molecular-CONICET, Fac. de Ciencias Exactas y Fac. de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP³ Facultad de Matemática Astronomía, Física y Computación (FAMAF) Córdoba Capital, Instituto de Física Enrique Gaviola (IFEG) Córdoba Capital

El nado o movilidad bacteriana es consecuencia de la acción de los motores flagelares, cuya estructura más externa es un filamento helicoidal, largo y delgado. Cuando es rotado, el medio fluido que lo rodea ejerce una fuerza de frenamiento viscosa y anisotrópica sobre los filamentos flagelares, para finalmente dar lugar a la propulsión bacteriana. Los filamentos flagelares son estructuras complejas flexibles constituídas por proteínas que pueden romperse por interacciones con flujos del fluido que las contiene. En este trabajo estudiamos la evolución de los filamentos flagelares de la bacteria de suelo in *Bradyrhizobium diazoefficiens* luego de exponerlos a flujos de corte en microcanales de hasta 2 metros de largo en un microchip. Estos rizobios son de importancia local porque son usados como biofertilizantes de la soja, maní, y otras legumbres, es decir que son productos de nuestra agroindustria y son producidos por más de 30 industrias nacionales.

En este trabajo demostramos que la velocidad de nado y la fracción de bacterias nadadoras disminuyen luego de someterlas a un esfuerzo de corte, pero vale resaltar que ambos parámetros se pueden recuperar, al menos parcialmente con el tiempo. Estas observaciones avalan la hipótesis que los flujos de corte, dañan los flagelos pero dichos daños son reversibles, y las motores flagelares se recuperan gracias a la regeneración de los filamentos. Mostramos que los filamentos laterales, mucho mas finos y delicados, tiene un tiempo de recuperación de 40 minutos, mientras que el subpolar, grueso y constitutivo, requiere más de 4 horas para volver a crecer. Con este trabajo pudimos mostrar que pequeños chips microfluídicos, de simples geometrías con canales en forma de serpentina, pueden ser muy útiles para caracterizar el proceso de ruptura y recuperación de los sistemas flagelares, un fenómeno muy presente en el nado bacteriano en suelos porosos y expuesto a flujos de corte debido a las lluvias o a los sistemas de riego [1].

[1] JP Carrillo-Mora, M Pires Monteiro, AR Lodeiro, VI Marconi, ML Cordero, Physics of Fluids 37, 012027 (2025).

Martes 16 15:00 – 15:40 hs

Aula -204, CPSK

Charla invitada: Bionanomateriales: la próxima frontera del agro argentinoÁlvarez Vera¹¹ CCT CONICET Mar del Plata, INTEMA (CONICET-UNMdP), Colón 10850 (7600) Mar del Plata

La agricultura argentina enfrenta desafíos crecientes vinculados a la eficiencia en el uso de insumos, la sustentabilidad ambiental y la adaptación al cambio climático. En este contexto, los bionanomateriales surgen como una solución innovadora que combina nanotecnología, biotecnología y economía circular para diseñar insumos inteligentes, eficaces y con menor impacto ambiental.

Los desarrollos en esta línea se enfocan en la creación de sistemas de encapsulación y matrices

funcionales a partir de polímeros biodegradables y recursos renovables, muchos derivados de subproductos agroindustriales. Estos materiales permiten formular y proteger compuestos bioactivos —como fertilizantes, micronutrientes o extractos naturales— frente a condiciones adversas, regulando su liberación en forma controlada. También se han diseñado acolchados agrícolas biodegradables, que reemplazan films plásticos convencionales y mejoran la gestión del suelo, y hidrogeles inteligentes, capaces de retener agua y liberar insumos según estímulos como humedad o pH, optimizando el uso de recursos y promoviendo un crecimiento vegetal más eficiente. Estas tecnologías buscan maximizar el rendimiento productivo, disminuir el impacto ambiental e incorporar principios de economía circular, generando oportunidades para la industria local basada en ciencia de materiales.

Mediante un enfoque interdisciplinario que integra la síntesis de materiales, caracterización fisicoquímica, evaluación biológica y validación a campo, estos avances demuestran el potencial de los bionanomateriales para transformar la forma en que se formulan y aplican los insumos agrícolas. La capacidad de adaptar las propiedades de los materiales a distintas condiciones y cultivos permite ofrecer soluciones personalizadas, sostenibles y escalables.

Martes 16 15:40 – 16:00 hs

Aula -204, CPSK

Flash de pósters

Miércoles 17 14:00 – 14:20 hs

Aula -204, CPSK

Análisis dimensional del atascamiento granular en sistemas bidimensionales y tridimensionales

Montero J^{1, 2}, Kozlowski R³, Pugnali L A^{1, 2}

¹ Universidad Nacional de La Pampa (UNLPam) Santa Rosa (capital)

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) Palermo

³ College of the Holy Cross, EE.UU

El flujo de materiales granulares en silos con orificios pequeños está dominado por la formación de atascamientos, donde el tamaño medio de avalanchas ($\langle s \rangle$), número de partículas que fluyen entre atascos, resulta clave para optimizar procesos industriales. Mediante el teorema II de Baschy-Buckingham, demostramos que $\langle s \rangle$ depende de la relación geométrica diámetro de orificio/diámetro de partícula (D/d) y de la capacidad de deformación del material ante acción de la gravedad, cuantificada a través del parámetro adimensional $\sqrt{\rho g d / E}$, donde g es la aceleración de la gravedad, ρ es la densidad y E el módulo de Young del material de los granos. Nuestro análisis indica que $\langle s \rangle$ combina un crecimiento exponencial con $(D/d - 1)^\alpha$, donde α es la dimensionalidad del sistema (2 para 2D, 3 para 3D), y una contribución proporcional a la exponencial del parámetro de deformación. Validamos esta relación con simulaciones de elementos discretos en 2D y 3D, abarcando desde partículas rígidas hasta blandas, observando que: (i) en materiales rígidos domina la relación geométrica, concordando con los datos experimentales de la literatura y (ii) en partículas blandas, la deformabilidad incrementa significativamente $\langle s \rangle$, facilitando el flujo incluso para orificios pequeños. Esto proporciona un marco predictivo para diseñar silos eficientes y reducir atascamientos, pudiéndose aplicar a sistemas más complejos, como mezclas de granos o diferentes geometrías de silos.

Miércoles 17 14:20 – 14:40 hs

Aula -204, CPSK

Estudio de propiedades termodinámicas de MgCl_2 líquida usando modelos de interacciones atómicas asistidos por Machine Learning

Llovera R.¹, Cantargi F.², Pastorino C.^{3 4}

¹ Centro de Espectrometría de Masa con Acelerador, CAE-CNEA

² Gerencia de Área académica, CAB-CNEA

³ Grupo de Teoría y Simulación en Materia Blanda, Departamento de Física de Materia Condensada, CAC-CNEA

⁴ INN-CONICET-CNEA

Las sales fundidas como el $MgCl_2$ son candidatas prometedoras para el almacenamiento de energía térmica o la transferencia de calor (por ejemplo, en sistemas de energía solar concentrada). El estudio de sus propiedades de alta temperatura es muy difícil desde un punto de vista experimental debido, entre otras cosas, al carácter corrosivo de esta sal. Es por este motivo que, en los últimos años, se ha invertido mucho esfuerzo en la determinación de las mismas mediante métodos computacionales.

En este trabajo usamos un modelo de interacciones atómicas entrenado con técnicas de Machine Learning para describir con precisión de nivel cuántico las interacciones entre los iones. A partir de simulaciones moleculares, analizamos cómo varían con la temperatura propiedades clave como la conductividad térmica, la capacidad calorífica, la viscosidad y la difusión iónica. El rango de temperatura estudiado es 1000 K - 1600 K, en el que este material se mantiene en estado líquido puro. Este estudio sistemático de las propiedades termodinámicas contribuye a establecer un parámetro de referencia útil contra el cual comparar cuando se estudien mezclas de sales fundidas, ya sea en su punto eutéctico o no. También sirve de punto de partida para estudios de la producción de sustancias corrosivas cuando $MgCl_2$ se mezcla con H_2O .

La información de nivel de precisión cuántica fue obtenida mediante simulaciones AIMD (Ab Initio Molecular Dynamics) con el software VASP. Las configuraciones atómicas obtenidas durante la evolución temporal del sistema (etiquetadas con su energía y sus fuerzas) son ingresadas en el software DeepMD-kit para crear un modelo de interacción de alta precisión pero de un costo computacional mucho menor que el de las simulaciones AIMD. Se utiliza un red neuronal profunda para aprender una descripción precisa de los entornos atómicos y obtener un modelo que ajuste de manera precisa a las energías y a las fuerzas sobre los átomos. El modelo generado se utiliza en el software LAMMPS para el cálculo de las propiedades de interés mediante DPMD (Deep Potential Molecular Dynamics) en sistemas de tamaño mucho mayor y en evoluciones más largas que las asequibles mediante AIMD.

Miércoles 17 14:40 – 15:00 hs

Aula -204, CPSK

Espermatozoides nadando a lo largo de paredes: torque versus ruido interno.

Bettera Marcat Matías A.¹, Banchio Adolfo J.¹, Marconi Verónica I¹

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

En la actualidad, la microfluídica da grandes posibilidades para manipular poblaciones de células, y micro-nadadores en general. En particular, controlar poblaciones de espermatozoides confinados en dispositivos microfluídicos es de gran interés para la medicina reproductiva, pudiendo mejorar desde procesos de diagnóstico, hasta seleccionadores de células aptas. Los espermatozoides tienden a nadar paralelos a paredes, siguiendo su superficie, particularmente esquinas [Denissenko et al, PNAS2012]. Para modelar este comportamiento, se utilizó un modelo simple con dinámica de Langevin que incorpora un torque fenomenológico para representar de manera sencilla la tendencia a la reorientación paralela. En un trabajo previo, acotamos el

valor del parámetro libre del modelo, a partir de trayectorias experimentales [1]. En este trabajo exploramos, variando en rangos muy grandes, los valores del parámetro de intensidad del torque y del coeficiente de difusión rotacional, para estudiar el efecto que éstos tienen en los tiempos de residencia de espermatozoides cerca de las paredes. Los resultados demuestran que la intensidad de torque óptima minimiza la acumulación en las paredes, equilibrando los efectos del torque de alineación con el ruido estocástico. El coeficiente de difusión rotacional, por otro lado, determina la escala de tiempo en que un nadador “olvida” su dirección de nado debido al ruido estocástico, y para valores bajos implica que las trayectorias se quedan mucho tiempo cerca de paredes y al crecer tardan menos en escapar. El efecto combinado de torque y ruido estocástico sobre el tiempo de residencia es complejo, en algunas situaciones capturan trayectorias, en otras las expulsan, mientras que la realidad que se quiere modelar requiere trayectorias que permanecen mucho tiempo cerca de las paredes, pero que pueden escapar. Mostramos como la acumulación de células en paredes confinantes depende de los tiempos de residencia de los espermatozoides en las paredes. Este modelo sencillo, pero eficaz, puede ayudar a predecir la dinámica de los espermatozoides en espacios confinados, por lo tanto, de gran utilidad para diseñar nuevas geometrías para dispositivos microfluídicos.

[1] 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 (2020) 024108.

Miércoles 17 15:00 – 15:20 hs

Aula -204, CPSK

Evaluación espectral de la influencia de un fotoprotector solar en la síntesis de vitamina D a través de la exposición de membranas de colágeno ordenado

Melfi Alejo¹, Quinto Michele Arcangelo², Ipiña Adriana²

¹ *Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura (FCEIA) Rosario, Universidad Nacional de Rosario (UNR) Rosario*

² *Instituto de Física Rosario (IFIR) Rosario, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) Palermo, Universidad Nacional de Rosario (UNR) Rosario*

El colágeno es el principal componente de la piel humana y ha sido estudiado como su matriz constitutiva para propósitos regenerativos. La radiación solar genera efectos dañinos como el eritema (quemadura), el fotoenvejecimiento (a partir de la alteración de la estructura del colágeno) e incluso su efecto acumulado puede causar cáncer de piel. En contraste, uno de sus beneficios es la producción de la forma activa de la vitamina D (25(OH)D), la cual proviene mayoritariamente de la síntesis cutánea y es fundamental para la salud ósea y el sistema inmunológico. Los protectores solares tienen como objetivo primario prevenir el eritema utilizando formulaciones que absorben especialmente el rango UVB (280 – 315nm). No obstante, algunos estudios experimentales sugieren que estos fotoprotectores pueden bloquear la síntesis de la vitamina D₃, mientras que otros revelan que no existe una relación entre su deficiencia y la aplicación tópica de protectores. En el presente trabajo se analizaron estas diferencias a través de los espectros de acción biológica y los espectros de Biomembranas de Colágeno Ordenado (OCB) expuestas al sol, bajo cielo despejado, sin protector solar y con uno comercial de Factor de Protección Solar (SPF) 50. Se calculó la dosis efectiva mediante la convolución del espectro de acción de la vitamina D₃ y la transmitancia de las OCB medidas luego de la exposición solar. La transmitancia entre 200 – 400nm del protector solar fue prácticamente cero, en concordancia con la diferencia relativa promedio de $(3.19 \pm 0.03)\%$ a 310nm sobre las OCB expuestas. Se discute la influencia de la aplicación del protector solar en función de λ , con base en la irradiancia solar efectiva para la síntesis de la vitamina D₃ determinada a partir de la medición del espectro solar, durante la

temporada invernal, en la ciudad de Rosario, Argentina.

Miércoles 17 15:20 – 15:30 hs

Aula -204, CPSK

Entrega premios: logo y jóvenes

Miércoles 17 15:30 – 15:40 hs

Aula -204, CPSK

Charla póster premiado

Miércoles 17 15:40 – 16:00 hs

Aula -204, CPSK

Asamblea de la División de Materia Blanda

Materia Condensada

Lunes 15 14:00 – 14:20 hs

Auditorio -203, CPSK

Celdas solares de perovskitas triple catión: nueva tecnología fotovoltaica para aplicaciones espaciales.

Colomb Camila¹, Gómez A. Victoria A.^{2 3}, Calderón A. Francisco N.², Perez M. Dolores^{2 3}

¹ Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN) Belgrano, Departamento de Física

² Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) Nuñez, Departamento Física de la Materia Condensada

³ Instituto de Nanociencia y Nanotecnología (INN) Villa Maipu

En los últimos años, las perovskitas híbridas de haluro han emergido como una de las tecnologías más prometedoras en el campo de la energía fotovoltaica: se espera que para el 2030 supere el 29% del mercado fotovoltaico mundial, ya que ya han alcanzado eficiencias de conversión superiores al 20% en laboratorio[1]. Estos materiales combinan un bajo costo de fabricación, una gran versatilidad química y propiedades optoelectrónicas sobresalientes, lo que ha impulsado su investigación en aplicaciones tanto terrestres como espaciales.

Uno de los desafíos principales para el uso de dispositivos fotovoltaicos en el espacio es la exposición a ambientes hostiles, incluyendo temperaturas extremas, vacío y especialmente radiación de alta energía. En este contexto, la radiación por protones, característica de la órbita terrestre baja (LEO), puede inducir defectos estructurales o degradación de los materiales activos y de los contactos, afectando el rendimiento de los dispositivos [2].

En este trabajo se presenta la síntesis y fabricación de dispositivos fotovoltaicos basados en perovskitas híbridas triple catión de configuración $FTO/TiO_2Densa/TiO_2Mesoporosa/Cs_{0.05}(FA_{0.83}MA_{0.17})_{0.95}Pb(I_{0.83}Br_{0.17})_3/Spiro - OMETAD/Au$ con y sin pasivante (PEAI) sobre la capa activa, con el objetivo de estudiar el daño por radiación en condiciones simuladas de órbita LEO. Tanto las películas de perovskitas como las celdas solares fueron irradiadas con protones de 10, 5 y 1 MeV a una fluencia de 1×10^{11} protones/cm² de manera de analizar el impacto de colisiones con partículas ionizantes sobre las propiedades optoelectrónicas de los materiales y la eficiencia de las celdas.

La caracterización eléctrica bajo iluminación estándar AM1.5 de celdas solares irradiadas con protones de distintas energías evidenció que los parámetros fotovoltaicos se ven solo levemente afectados por el proceso. En el caso particular de la irradiación con protones de 1 MeV, tanto en los dispositivos con pasivante PEAi como en aquellos sin él, la corriente de cortocircuito (J_{sc}) presentó reducciones de magnitud comparable, del 8,54% y 9,18%, respectivamente. En las celdas sin PEAi, este descenso en J_{sc} provocó una ligera disminución de la eficiencia de conversión de potencia (PCE) de 15,21% a 14,97%, a pesar de leves aumentos en el voltaje de circuito abierto (V_{oc} , de 0,97 a 1,01 V) y en el factor de llenado (FF , de 64,74% a 66,78%). En cambio, los dispositivos con PEAi no solo mantuvieron una tendencia similar de reducción en J_{sc} , sino que presentaron incrementos más pronunciados en V_{oc} (hasta 1,10 V) y FF (hasta 67,21%), lo que se tradujo en una mejora sustancial de 6,4% en la PCE . Este comportamiento sugiere que la incorporación de PEAi confiere al dispositivo una mayor tolerancia a defectos, posiblemente asociada a mecanismos de autorreparación (self-healing) previamente reportados, que mejoran las interfaces y reducen la recombinación de manera de compensar parcialmente la pérdida de fotocorriente y potenciar el rendimiento tras la irradiación. Para todas las celdas pre- y post-irradiación con protones, se realizaron asimismo medidas de espectroscopía de impedancia que nos permiten identificar los mecanismos eléctricos responsables de la transferencia de portadores

dentro de la celda asociados a los distintos defectos.

Lunes 15 14:20 – 14:40 hs

Auditorio -203, CPSK

Origen excitónico de las propiedades ópticas de CsPbBr₃

Marotti Priero Ricardo Enrique¹, Gau Daniel L.¹, Ramírez Daniel², Riveros Gonzalo², Díaz Patricia², Verdugo Javier², Núñez Gerard², Lizama Susy², Lazo Pamela², Dalchiele Enrique A.¹

¹ Universidad de la República de Uruguay (UDEAR)

² Universidad de Valparaíso, Avenida Gran Bretaña 1111, Playa Ancha, Valparaíso, Chile.

Hay un interés creciente en el estudio de las perovskitas de halogenuros metálicos. Este interés se basa en sus potenciales aplicaciones en celdas solares fotovoltaicas y otros dispositivos optoelectrónicos. Una de las desventajas de las versiones híbridas (organo-inorgánicas) de estas perovskitas es su estabilidad, necesaria para la fabricación de dispositivos. Las perovskitas de halogenuros metálicos puramente inorgánicas como el CsPbBr₃ son más estables. En este trabajo se estudian las propiedades ópticas de CsPbBr₃ con técnicas espectroscópicas dependientes de la temperatura [1]. Las muestras se obtienen a partir de un método que tiene la décima parte de desperdicio de Pb en comparación con los métodos convencionales, lo que es muy importante dada la naturaleza contaminante del Pb. Se mide la dependencia con la temperatura entre 30 K y temperatura ambiente de la transmitancia óptica y la fotoluminiscencia. Las propiedades ópticas cercanas a la banda prohibida están gobernadas por estructuras originadas en excitones libres. Usando el modelo de Elliott para la absorción excitónica [2], se obtienen la dependencia con la temperatura de la energía de la banda prohibida y la energía de enlace del excitón. Ambas aumentan con el aumento de la temperatura. También se estudiaron el ancho de la absorción excitónica y la absorción interbanda, que se asimila a la energía de Urbach. Se utilizan varios modelos para extraer parámetros de estos datos. El ancho de absorción excitónica sigue el modelo de Segall [3] dando una interacción con fonones ópticos del excitón como el término dominante a temperatura ambiente. A partir de varios ajustes, se obtiene una energía de fonón óptico efectiva entre 23 y 32 meV. La energía de Urbach a 30 K alcanza los 10 meV, lo cual se relaciona con la buena calidad cristalina de las muestras. Diversos resultados experimentales muestran que la fotoluminiscencia se origina por la recombinación directa de excitones libres. El primero es la similitud entre la dependencia de la temperatura del ancho de la fotoluminiscencia y la de la absorción excitónica. El segundo se basa en las energías de activación obtenidas a partir de la dependencia de la fotoluminiscencia integrada con la temperatura, una de las cuales coincide con la energía de enlace excitónica. El tercero se relaciona con la dependencia del desplazamiento de Stokes con la temperatura, que corresponde al modelo de Gurioli de termalización excitónica [4].

[1] D. L. Gau, D. Ramírez, G. Riveros, P. Díaz, J. Verdugo, G. Núñez, S. Lizama, P. Lazo, E. A. Dalchiele, R. E. Marotti, Optical Materials 157, 116316 (2024).

[2] R. J. Elliott, Physical Review 108, 6 (1957).

[3] S. Rudin, T. L. Reinecke, B. Segall, Physical Review B 42, 11218 (1990).

[4] M. Gurioli, A. Vinattieri, J. Martinez-Pastor, M. Colocci, Physical Review B 50, 11817 (1994).

Lunes 15 14:40 – 15:00 hs

Auditorio -203, CPSK

Síntesis Solvotermal de ZnO nanoestructurado y su aplicación en celdas solares DSSC.

Juarez Gastón Alejandro¹, Cattaneo Mauricio², Marin-ramirez Oscar^{1 3}, Vega Nadia Celeste^{1 3}

¹ Universidad Nacional de Tucumán (UNT) San Miguel De Tucuman (capital), Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología (FACET) San Miguel De Tucuman (capital), Departamento de Física, Laboratorio de Física del Sólido y Laboratorio de Nanomateriales, NANOPROJECT

² *Universidad Nacional de Tucumán (UNT) San Miguel De Tucuman (capital), INQUINOA, Instituto de Química del Noroeste Argentino*

³ *Universidad Nacional de Tucumán (UNT) San Miguel De Tucuman (capital), INFINOA, Instituto de Física del Noroeste Argentino*

La búsqueda de tecnologías de conversión energética renovable es una prioridad global, enfocada en el desarrollo de materiales asequibles, no tóxicos y biocompatibles. Los semiconductores nanoestructurados (SNEs), en particular el óxido de zinc (ZnO) y el óxido de titanio (TiO₂), son de gran interés debido a sus propiedades optoelectrónicas únicas, que permiten la generación de fotoelectrones al absorber luz ultravioleta. Esto los hace ideales para su uso como electrodos en celdas solares, como las sensibilizadas por colorantes (DSSC) o las orgánicas (OSC).

El objetivo de este trabajo es generar conocimiento sobre la síntesis, caracterización y aplicación de SNEs en celdas solares híbridas. Para ello, se sintetizaron polvos de ZnO mediante la técnica solvotermal. Como precursores, se utilizaron acetato de zinc y hexametilentetramina (HMTA), disueltos en cinco solventes diferentes: isopropanol, una mezcla de isopropanol y agua destilada (70:30), isopropanol y etanol (50:50), isopropanol y metanol (50:50), y una mezcla de metanol y etanol (50:50). La síntesis se llevó a cabo en reactores hidrotermales sellados, a una temperatura constante de 100 °C durante 6 horas.

Los polvos sintetizados fueron caracterizados mediante difracción de rayos X y espectroscopía Raman, confirmando la formación de ZnO en su fase wurzita. La microscopía electrónica de barrido reveló que la morfología de las nanoestructuras de ZnO es fuertemente influenciada por la variación del solvente utilizado.

Posteriormente, los polvos de ZnO se utilizaron para fabricar electrodos depositándolos sobre sustratos de óxido de estaño con flúor (FTO) mediante la técnica de "doctor blade". Estos electrodos se integraron en celdas solares híbridas, que fueron evaluadas mediante mediciones optoelectrónicas de curvas corriente-voltaje bajo iluminación. Se analizará la dependencia de la eficiencia de estos dispositivos en función de la morfología y el espesor de las nanoestructuras en los electrodos.

Este estudio demuestra la viabilidad de sintetizar ZnO nanoestructurado con morfologías controladas para su aplicación en celdas solares híbridas, destacando la importancia de la elección del solvente en las propiedades finales del material y, por ende, en el rendimiento del dispositivo.

Lunes 15 15:00 – 15:20 hs

Auditorio -203, CPSK

Mejora en los espectros Raman de semiconductores III-V mediada por defectos inducidos por irradiación con protones

López Porto Candela^{1 2}, Rozas Guillermo^{5 4 3}, Pérez Pablo Daniel^{5 3}, Strittmatter André⁶, Giudici Paula^{2 5}

¹ *Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN) Belgrano, Universidad de Buenos Aires (UBA) San Nicolas*

² *Centro Atómico Constituyentes (CAC), Departamento de Física de la Materia Condensada, CNEA*

³ *Centro Atómico Bariloche (CAB), CNEA*

⁴ *Instituto Balseiro (IB), UNCuyo-CNEA*

⁵ *Instituto de Nanociencia y Nanotecnología (INN), CNEA-CONICET*

⁶ *Technische Universität Berlin (TU)*

Los compuestos semiconductores III-V como GaAs y InGaP₂ son típicamente usados en celdas solares de altas eficiencias para aplicaciones espaciales, debido a múltiples factores, como

excelentes propiedades ópticas y electrónicas. En el espacio, sin embargo, la presencia de gran cantidad de partículas energéticas produce una degradación de los materiales y la consecuente baja de su eficiencia. El estudio del daño producido por la radiación es entonces muy relevante. Se estudiaron las propiedades ópticas del compuesto cristalino InGaP_2 , irradiado con haces de protones de energías entre 1 y 2 MeV y fluencias alrededor de 1×10^{15} p/cm². Las técnicas utilizadas fueron espectroscopías Raman y de fotoluminiscencia. En este tipo de muestras, se espera que los defectos deterioren la calidad cristalina, y como consecuencia se reduzca la movilidad electrónica y desmejore el espectro de fonones. Sin embargo, al hacer estudios de espectroscopía se encontró una mejora en las características de los picos asociados a fonones LO en el espectro Raman: aumentan su intensidad y afinan su ancho donde la muestra tiene más defectos, contrario a lo que uno esperaría. Por otra parte, los resultados de fotoluminiscencia reflejan lo que uno espera: en las zonas irradiadas, se observa una disminución en la intensidad general, nuevos picos y un aplanamiento del espectro.

En este trabajo se discute el origen de la dependencia con los defectos de la intensidad Raman de los fonones LO. Para ello, se hicieron estudios sobre las reglas de selección en scattering Raman usando polarizadores, estudios de la sección eficaz variando la potencia del haz incidente, y se analizó la respuesta en resonancia variando la longitud de onda incidente.

Lunes 15 15:20 – 15:40 hs

Auditorio -203, CPSK

Densidad de estados de impurezas en un semiconductor con bajo nivel de dopado

Barraza Diego A.¹, Ferreyra J. M.^{1 2 3 4}, Bridoux G.^{1 2 3 4}

¹ *Universidad Nacional de Tucumán (UNT) San Miguel De Tucuman (capital)*

² *Instituto de Física del Noroeste Argentino (IFINOA) San Miguel De Tucuman (capital)*

³ *Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) Palermo*

⁴ *Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología (FACET) San Miguel De Tucuman (capital)*

Los procesos de transporte por Banda de Estados de Impurezas en semiconductores dopados fueron intensamente tratados desde la década del 60 y hasta principios de la década del 90, a partir de los trabajos pioneros de Mott y Anderson [1-3]. Estos desarrollos mostraron una física muy interesante en lo que son procesos cuánticos y electrónicos llevando a conceptos como las transiciones Metal-Aislante de Anderson y Mott. A pesar del detalle con que se trabajó durante esas décadas, quedaron temas a desarrollar, situación que persiste hasta el presente como por ejemplo el comportamiento de uno de los tres parámetros de energía que gobiernan el transporte en la BI de un semiconductor dopado: ϵ_3 . Este parámetro está involucrado específicamente en los procesos de excitación electrónica en la Banda de Impurezas y pone de manifiesto la correlación electrónica (CE) de los estados que la forman [4,5]. Esto a la vez tiene incidencia directa en el transporte correlacionado observado en semiconductores con bajo nivel de dopado, metales de transición y arreglos de puntos cuánticos. Estos mecanismos de transporte son difíciles de modelar debido a su comportamiento inusual que involucra cambios de regímenes de transporte entre estados de baja resistencia (estados metálicos) y estados de alta resistencia ("aislador de Mott"). Este tema específico cobró relevancia recientemente debido al descubrimiento de la incidencia de los mecanismos de transporte eléctrico correlacionado (similar al observado en Banda de Impurezas) en ferritina [6]. La ferritina es una proteína de forma esférica que almacena Hierro y que abunda en organismos vivos. Tiene también la función de almacenar, distribuir y dosificar la liberación de hierro en los organismos vivos.

Nos proponemos estudiar en forma teórica la Densidad de Estados de la Banda de Impurezas (DOS) para arreglos de redes 2D y 3D de Impurezas (dopantes) con diferentes grados de

concentración y compensación, con el fin de determinar el comportamiento del parámetro ε_3 con el grado de compensación (K). Este trabajo se desarrollará mediante simulación de Montecarlo, empleando un método que permite reducir considerablemente el requerimiento de recursos computacionales y tiempos de cálculo. Este método permite reproducir el comportamiento de una red muy grande, analizando la estadística sobre una “celda unitaria” (CU). En una primera etapa se debe determinar el tamaño del sistema que rodea a la CU de manera que el error cometido se encuentre por debajo de la cota deseada. Esto ocurrirá para cada grado de compensación K. Luego se procede a la determinación estadística de la energía de correlación de los sitios donores y por lo tanto a la determinación de la DOS, para cada K. Finalmente se comparan los resultados obtenidos con los de otras técnicas [7,8,9].

[1] E. Conwell, Phys. Rev. 103, 51 (1956).

[2] Mott, N.F., Can. J. Phys. 34, 1356 (1956).

[3] Anderson, P.W., Phys. Rev. 109, 1492 (1958).

[4] N.F. Mott and E.A. Davis, “Electronic Processes in Non-Crystalline Materials”, Clarendon Press-Oxford, (1971).

[5] B.I. Shklovskii and A.L. Efros, “Electronic properties of doped semiconductors”, Solid-State Series 45, Springer-Verlag, Berlín (1984).

[6] Rourk, C., Huang, Y., Chen, M., Shen, C. “Indication of Strongly Correlated Electron Transport and Mott Insulator in Disordered Multilayer Ferritin Structures (DMFS)”. Materials 14, 4527 (2021).

[7] Miller, A., and Abrahams, S. Phys. Rev. 120, 745 (1960).

[8] Shklovskii, B. I. (1973a). Sov. Phys..Semicond. 6, 1053 (1973). Shklovskii B.I. and Efros, A. L. (1971), Sov. Phys..JETP 33, 468. Shklovskii and Shlimak, I. S. (1972), Sov. Phys..Semicond. 6, 104.

[9] S.D. Baranovskii, A.L. Efros, B.L. Gemont and B.I. Shklovskii. J. Phys. C: Solid State Phys. 12 1023 (1979).

Lunes 15 15:40 – 16:00 hs

Auditorio -203, CPSK

Desempeño de electrodos de Ni y Ni-Mo en la reacción de evolución de hidrógeno: un estudio computacional.

Faccio Ricardo¹, Fernández-Werner Luciana¹, Esteves Martín¹, Amy Lucía¹

¹ Universidad de la República de Uruguay (UDELAR)

Comprender en profundidad el mecanismo de la reacción de evolución de hidrógeno (HER) resulta fundamental para el desarrollo de electrodos eficientes, libres de metales preciosos, aplicables a la electrólisis alcalina del agua. En este trabajo, se presenta un estudio detallado, basado en teoría del funcional de la densidad (DFT), de los mecanismos involucrados en la HER sobre superficies $Ni(111)$ puras y dopadas con Mo, con especial atención a la aleación Ni_3Mo . Se calcularon de forma sistemática las energías libres de adsorción (ΔG) para los principales intermediarios $-H^*$, OH^* y H_2O^* en ambas superficies. Los resultados muestran que la incorporación de Mo altera la estructura electrónica del Ni, dando lugar a un valor de ΔG_{H^*} considerablemente más próximo al valor termoneutral ideal (~ 0 eV), en concordancia con el principio de Sabatier. Esta modificación termodinámica mejora el balance entre la adsorción y la desorción de hidrógeno, aspecto clave para la eficiencia de la reacción. Asimismo, los perfiles energéticos obtenidos mediante cálculos tipo Nudged Elastic Band (NEB) indican una disminución significativa en la barrera energética asociada a la disociación del agua en la superficie de Ni_3Mo respecto a la de Ni puro, favoreciendo así la etapa de Volmer de la HER. Con el fin de analizar el comportamiento dinámico de las especies adsorbidas a temperaturas finitas, se realizaron si-

mulaciones de dinámica molecular ab initio (AIMD), asistidas por Machine Learning Force Field (MLFF-AIMD). Estas simulaciones permiten confirmar tanto la estabilidad térmica de los sitios activos como la persistencia de configuraciones de adsorción favorables en condiciones realistas. Los resultados obtenidos presentan una muy buena concordancia con observaciones experimentales recientes en electrodos porosos de Ni/Mo, los cuales exhiben una mejora en el rendimiento catalítico de la HER. En conjunto, estos hallazgos resaltan el papel determinante del Mo en la optimización conjunta de los aspectos termodinámicos y cinéticos del proceso, mediante interacciones electrónicas ajustadas en la superficie de los electrodos.

[1] J.K. Nørskov et al., *J. Phys. Chem. B* 108, 17886 (2004).

[2] A. Grimaud et al., *Nat. Energy* 2, 16189 (2016).

[3] F. Egert et al., *Adv. Energy Mater.* 2025, 2405285 (2025).

Martes 16 14:00 – 14:20 hs

Auditorio -203, CPSK

Teoría del polaron singlete para las transiciones ópticas en NiPS₃

Helman Christian^{2 1}, Hamad Ignacio³, Manuel Luis³, Feiguin Adrian⁴, Aligia Armando^{2 1}

¹ Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) Nuñez, Centro Atómico Bariloche (CAB) San Carlos de Bariloche

² Instituto de Nanociencia y Nanotecnología (INN) Villa Maipu

³ Instituto de Física Rosario (IFIR) Rosario

⁴ Physics Department, Northeastern University, Boston, Massachusetts, USA

Desarrollamos una teoría que explica las excitaciones ópticas de baja energía, cercanas a 1.5 eV, observadas en experimentos ópticos en el compuesto NiPS₃, que pertenece a la rama de los materiales exfoliantes magnéticos de van der Waals. Este compuesto se organiza por capas compuestas de una red hexagonal con Ni en los vértices mediados por los S, con un centro de P. Se forma entonces un “complejo aniónico” que, llamativamente, hace que el hopping efectivo dominante sea a terceros vecinos magnéticos [1].

Hemos construido un modelo Hubbard de dos bandas para dos orbitales de Ni efectivos basados en cálculos de primeros principios. Este modelo exhibe excitaciones triplete-singlete con una energía cercana al doble del intercambio de Hund. Derivamos un modelo efectivo para el movimiento de dos singletes en un fondo antiferromagnético, que resolvemos mediante una aproximación de Born autoconsistente generalizada, desenredando la naturaleza de estas nuevas excitaciones, que se mueven coherentemente como “polarones singlete” [2].

[1] S. Kang et al. *Nature* 583, 785 (2020) .

[2] C. Helman et al, *Phys. Rev. Lett.* 133, 146502 (2024).

Martes 16 14:20 – 14:40 hs

Auditorio -203, CPSK

Estimación de la biodistribución de nanopartículas magnéticas en un modelo animal de oncogénesis viral, mediante medición de ciclos M vs. H en VSM a temperatura ambiente

Príncipe Gabriel^{1 2}, Tiburzi Silvina^{1 2}, Montiel Schneider Gabriela^{3 4}, Lassalle Verónica^{3 4}, González Pardo Verónica^{1 2}, Sives Flavio R.⁵, Sánchez Francisco H.⁵

¹ Universidad Nacional del Sur (UNS) Bahía Blanca, Departamento de Biología, Bioquímica y Farmacia

² Universidad Nacional del Sur (UNS) Bahía Blanca, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) Palermo, Instituto de Ciencias Biológicas y Biomédicas del Sur (INBIOSUR)

³ Universidad Nacional del Sur (UNS) Bahía Blanca, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas

y Técnicas (CONICET) Palermo, INQUISUR, Departamento de Química

⁴ Universidad Nacional del Sur (UNS) Bahía Blanca, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) Palermo, Instituto de Química del Sur (INQUISUR)

⁵ Instituto de Física de La Plata (IFLP) Ciudad de La Plata, Universidad Nacional de La Plata (UNLP) Ciudad de La Plata, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) Palermo

Se realizó una prueba piloto para explorar la biodistribución de nanopartículas magnéticas MAG@PEG, compuestas por un núcleo de óxido de hierro, mayormente magnetita, recubiertas con PEG y obtenidas mediante síntesis hidrotermal. Para desarrollar el modelo de oncogénesis viral, se inyectaron 2 millones de células vGPCR en medio (DMEM 5 % SFB 500 $\frac{\mu g}{ml}$ G418) en el flanco derecho de los ratones nude. Los animales se dividieron aleatoriamente en 2 grupos. G1: vehículo (solución salina), G2: MAG@PEG ($10 \frac{mg}{kg}$). Las dosis se aplicaron vía intraperitoneal. Al finalizar la experiencia, se realizó la disección de los tumores, se extrajeron los órganos de interés (cerebro, corazón, bazo, hígado, estómago, intestino, riñones y pulmón). Se registraron los ciclos magnéticos M vs. H sobre los tumores/órganos, a temperatura ambiente, entre -20 y 20 kOe. También se registró el ciclo sobre polvo de las MAG@PEG (cuyo diámetro medio es de aproximadamente 13 nm). Dada la baja señal observada en muchos casos, para cuantificar la concentración de MAG@PEG en tumores/órganos se optó por un modelo de análisis simple. Aprovechando que los núcleos magnéticos saturan por debajo de 10 kOe y su señal se superpone a otra lineal, la magnetización de saturación de cada muestra se obtuvo a partir de la diferencia vertical de las rectas asíntotas que mejor aproximan las curvas para H por encima de 10 kOe o debajo de -10 kOe. La concentración másica de MAG@PEG en cada tumor/órgano se obtuvo como $x_{M@P} = \frac{Ms(muestra)}{Ms(MAG@PEG)}$, donde Ms(MAG@PEG) es la magnetización de saturación del polvo de nanopartículas. Las concentraciones en las muestras G1 fueron prácticamente despreciables en comparación con las medidas en G2. El resultado de la biodistribución en G2 muestra que la captación de MAG@PEG ocurre en el siguiente orden, de mayor a menor: estómago, bazo, pulmón, tumor, intestino e hígado. La captación en riñón, corazón y cerebro es prácticamente nula.

El método experimental y el análisis resultan adecuados y muestran que la captación ocurre selectivamente en algunos órganos, pero no es despreciable en tumores. Se espera poder incrementar la acumulación en tumores implementando una estrategia de captura magnética (en curso).

Martes 16 14:40 – 15:00 hs

Auditorio -203, CPSK

Caracterización magnética y dinámica ultrarrápida de multicapas ferromagnéticas Tb/Co modelado por una anisotropía uniaxial tilteada

Rodríguez Estela Jean Carlos^{1 2 3}, Avilés- Félix Luis^{1 2 3}, Aguirre Myriam H.^{5 4 6}, Rodríguez Luis M.^{2 7}, Auffret Stéphane⁸, Sousa Ricardo⁸, Prejbeanu Lucian⁸, Gorchon Jon⁹, Malinowski Gregory⁹, Bruchhausen Axel¹⁰, De Biasi Emilio^{1 2 3}, Curiale Javier^{1 2 3}

¹ Departamento Magnetismo y Materiales Magnéticos, Centro Atómico Bariloche, San Carlos de Bariloche, Argentina

² Instituto de Nanociencia y Nanotecnología (INN)

³ Instituto Balseiro, Universidad Nacional de Cuyo-CNEA, San Carlos de Bariloche, Argentina

⁴ Instituto de Nanociencia y Materiales de Aragón (INMA-CSIC), Universidad de Zaragoza, Zaragoza, España

⁵ Depto. de Física de la Materia Condensada, Universidad de Zaragoza, Zaragoza, España

⁶ Laboratorio de Microscopías Avanzadas Edificio I+D, Universidad de Zaragoza, Zaragoza,

España

⁷ *Departamento de Interacción de la Radiación con la Materia, Centro Atómico Bariloche, San Carlos de Bariloche, Argentina*

⁸ *Spintec, Université Grenoble Alpes, Grenoble, France*

⁹ *Université de Lorraine, CNRS, IJL, Nancy, F-54000, France*

¹⁰ *Departamento de Fotónica y Optoelectrónica, Centro Atómico Bariloche, San Carlos de Bariloche, Argentina*

Los materiales ferrimagnéticos (FiM) han atraído considerable interés debido a la capacidad de modificar distintos parámetros y así sintonizar sus propiedades magnéticas. Además, películas delgadas ferrimagnéticas con una fuerte anisotropía magnética perpendicular (PMA) son de vital importancia para el desarrollo de diferentes dispositivos espintrónicos con funcionalidades mejoradas tales como conmutación de la magnetización por *all optical switching* (AOS) [1] y *spin orbit torque* [2] o la grabación magneto-óptica [3] entre otras.

Asimismo, los ferrimagnetos presentan dos temperaturas características, la temperatura de compensación magnética (T_M) [4] y la temperatura de compensación angular (T_A) [5], cuyos valores dependen, entre otras cosas, de su composición. Estas características enriquecen enormemente la física involucrada y la fenomenología observada en los FiM.

A pesar de que las multicapas y aleaciones de TbCo han sido estudiadas en los últimos años; todavía quedan asuntos por aclarar. Por ejemplo, se ha reportado histéresis en el plano en muestras con fuerte PMA lo cual es inconsistente con un sistema magnético uniaxial [6]. Por otro lado, recientes reportes muestran que la dinámica ultrarrápida en multicapas Tb/Co es completamente diferente a otros ferrimagnetos donde la anisotropía en el plano juega un papel importante.

En esta charla presentaremos la caracterización estructural y magnética de una serie de multicapas FiM de cinco períodos de Tb/Co. Todas las muestras tienen un espesor constante de Co de 1.7 nm y el espesor de Tb varía entre 0.5 nm y 1.2 nm; además, las muestras presentan una PMA dominante. Para la familia entera de muestras, se realizó un estudio sistemático de la temperatura de compensación magnética y la dependencia angular de los ciclos de magnetización [7].

Observamos una dependencia lineal de la T_M en función del espesor de Tb y también una clara histéresis en los ciclos de magnetización en función del campo en el plano, la cual no debería ser observada en muestras con anisotropía uniaxial. Además, observamos que para campos magnéticos que exceden el campo coercitivo, las multicapas Tb/Co presentan un comportamiento magnético característico de un único macroespín. Teniendo esto en cuenta, desarrollamos un modelo basado en el formalismo Stoner-Wohlfarth modificado que busca minimizar la energía libre magnética, para reproducir cualitativa y cuantitativamente la dependencia angular de los ciclos de histéresis experimentales [7]. El análisis de los resultados y las simulaciones sugiere que para que el sistema reproduzca la histéresis observada en los ciclos con el campo aplicado en el plano de la muestra, la anisotropía uniaxial perpendicular deber estar ligeramente inclinada fuera de eje perpendicular al dicho plano.

Para finalizar la charla, mostraré algunos resultados de la caracterización de la dinámica ultrarrápida de la magnetización en estas multicapas usando magnetometría de efecto Kerr resuelto en tiempo (TR-MOKE). Esta técnica permite estudiar la dinámica de la magnetización en escalas temporales que van los 10^{-14} s (decenas de fs) hasta los 10^{-8} s (decenas de ns) gracias a la utilización de láseres pulsados ultra rápidos. Asimismo, presentaremos avances realizados en el desarrollo de un magnetómetro TR-MOKE a nivel local.

[1] LE Avilés-Félix *et al.*, Scientific reports 10 (2020) 5211.

[2] SG Je *et al.*, Applied Physics Letters 112 (2018).

- [3] S Tsunashima, Journal of Physics D: Applied Physics 34 (2001) R87.
- [4] P Hansen *et al.*, Journal of applied physics 66 (1989) 756.
- [5] K Kim *et al.*, Nature materials 16 (2017) 1187.
- [6] K Mishra *et al.*, Physical Review Research 5 (2023) 023163.
- [7] JC Rodriguez Estela *et al.*, <https://doi.org/10.48550/arXiv.2505.14849> (en revisión).

Martes 16 15:00 – 15:20 hs

Auditorio -203, CPSK

Difracción de rayos-X en alta resolución, dispersión Raman, y emisión de LuFeO_3 alrededor de su temperatura de Néel $T_N \sim 623 \text{ K}$

Massa Néstor E.¹, Canizares Aurelián², Gainza Javier³, Del Campo Leire², Alonso José Antonio⁴

¹ Centro CEQUINOR, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas- Universidad Nacional de La Plata, Boulevard 120 146

² Centre National de la Recherche Scientifique, CEMHTI UPR3079, Université Orléans, F-45071 Orléans, Francia

³ European Synchrotron Radiation Facility (ESRF), 71 Avenue des Martyrs, 38000 Grenoble, Francia

⁴ Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid, CSIC, Cantoblanco, E-28049 Madrid, España.

Uno de los principales temas abordados en los estudios de sólidos magnéticos es el alcance del papel que desempeña la red cristalina en las interacciones magnéticas. Esto aparece como desviaciones de perfiles fonónicos medidos mediante técnicas comunes a las espectroscopias infrarroja y Raman a temperaturas cercanas a una transición magnética. Fonones del centro de la zona de Brillouin medidos por dispersión Raman y en el infrarrojo lejano a altas temperaturas en el entorno de la temperatura de Néel ($T_N \sim 623 \text{ K}$ de LuFeO_3 — la perovskita más distorsionada del grupo ferroico RFeO_3 (R =tierra rara), proporcionan la plataforma ideal para este tipo de estudio.

Nuestro análisis de las interacciones espín-fonón se originan en desviaciones en el ancho de banda y la posición de pico de las bandas vibracionales, predichas dentro del grupo espacial ortorrómbico P_{bnm} , las cuales debido a factores precursores del superintercambio suficientemente cerca de T_N se desvían de lo esperado para una red puramente anarmónica. Esto, a su vez, nos motivó a también medir la difracción de rayos X en alta resolución entre 300 K y 1200 K utilizando radiación sincrotrón en la línea de luz ID22 del ESRF (European Synchrotron Radiation Facility, Grenoble) . Encontramos que, si bien las constantes de red muestran una ligera desviación en la temperatura de Néel, lo cual se entiende comúnmente como una consecuencia de las interacciones espín-fonón, los enlaces moleculares individuales se comportan de manera diferente. El plano basal del sitio B en los octaedros, que involucra al par de iones oxígeno O2 (oxígenos en el plano octaédrico) que median la interacción de superintercambio, muestra contracción (o elongación) de enlaces al pasar T_N , sufriendo alguno de ellos un cambio brusco en su longitud. Esta variación abrupta se interpreta como inducida por cambios en los orbitales hibridizados de los oxígenos puente durante el superintercambio.

Las mediciones de rayos-X de alta resolución de las distancias $\text{Fe}^{3+}\text{--O1}$ y $\text{Lu}^{3+}\text{--O1}$ (O1 oxígeno apical) a lo largo del eje c revelan una inflexión distintiva en la temperatura de Néel que respalda interpretaciones sobre el papel del campo cristalino en el origen del ferromagnetismo débil no colineal en la familia de compuestos RFeO_3 (R = tierra rara). Este resultado sugiere una reconsideración del papel dominante atribuido al acoplamiento espín-órbita y reduce la importancia de las interacciones de intercambio antisimétrico como la idea de Dzyaloshinskii–Moriya. Nuestros patrones de difracción también muestran un aumento en la intensidad de las líneas de difracción con un máximo en T_N . En la fase paramagnética reflejan la metaestabilidad

característica de la perovskita distorsionada y sugiere una prueba directa para detectar interacciones espín-fonón.

Resultados preliminares sobre la familia completa $R\text{FeO}_3$ (R = tierra rara) indican un patrón común que podría aportar claridad a conclusiones estructurales inconclusas en óxidos compartiendo subredes octaédricas.

Martes 16 15:20 – 15:40 hs

Auditorio -203, CPSK

Efecto de las deformaciones elásticas en sistemas de skyrmiones bidimensionales

Irolart E.^{1 2}, Gómez Albarracín F. A.^{1 3}, Rosales H. D.^{1 3}

¹ *Instituto de Física de Líquidos y Sistemas Biológicos (IFLYSIB) Ciudad de La Plata*

² *Facultad de Ciencias Exactas (FCE) Ciudad de La Plata, Departamento de Física*

³ *Facultad de Ingeniería (FI) Ciudad de La Plata, Departamento de Ciencias Básicas*

En este trabajo investigamos el efecto del acoplamiento espín-fonón (EF) sobre las interacciones de intercambio (J) y de Dzyaloshinskii-Moriya (DMI) en un modelo de skyrmiones en una red bidimensional. Estudiamos dos modelos de distorsiones de la red (Einstein site-phonons y bond-phonons) mediante simulaciones de Monte Carlo, y caracterizamos las fases magnéticas a través de la quiralidad escalar, el factor de estructura y las configuraciones de espines del sistema. Los resultados preliminares muestran que el acoplamiento EF favorece la estabilidad de fases cristalinas de skyrmiones en regiones de campo magnético externo donde, en el modelo puramente magnético, se desarrollan fases topológicamente triviales, como hélices y fases ferromagnéticas. De especial interés es la aparición de diferentes tipos de cristales de merones, dependiendo del modelo de acoplamiento EF y de la relación entre las deformaciones en J y DMI. Nuestros resultados muestran que las deformaciones elásticas de la red ofrecen un mecanismo de control sobre fases topológicamente no triviales, como los skyrmiones y los merones.

Martes 16 15:40 – 16:00 hs

Auditorio -203, CPSK

Optimización del proceso de transferencia de cristales de disulfuro de molibdeno mediante sellos viscoelásticos

Aqueveque Moreno Camila¹, Sánchez Camila Belén¹, Grinblat Gustavo^{1 2}, Aversa Martín^{1 2}, Borrazás Camila^{1 3 4}

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.*

³ *INN, CNEA-CONICET. San Martín, Buenos Aires, Argentina*

⁴ *Instituto Sabato, UNSAM-CNEA. San Martín, Buenos Aires, Argentina*

Los materiales bidimensionales han ganado popularidad en la física de materiales al ofrecer propiedades ópticas, electrónicas y mecánicas únicas. Entre éstos destacan los dicalcogenuros de metales de transición (TMDCs, por sus siglas en inglés), cuyo material más popular en la actualidad es el disulfuro de molibdeno (MoS_2). [1] La manipulación controlada de estos cristales es un desafío experimental clave para su integración en dispositivos funcionales. En particular, este trabajo estudia el proceso de transferencia de cristales exfoliados de MoS_2 mediante sellos viscoelásticos fabricados con polidimetilsiloxano (PDMS), recubiertos con cloruro de polivinilo (PVC) y polimetilmetacrilato (PMMA): una técnica determinista, repetible y adaptable a múltiples sustratos. [2]

El procedimiento se compone de dos etapas fundamentales: la adhesión de los cristales al sello y su posterior depósito controlado sobre un nuevo sustrato. En estos procesos, los dos parámetros fundamentales que deben ser controlados son la temperatura (T) y la velocidad de separación del sello con el sustrato (v). Para la realización de ambas etapas se apoyó el sustrato sobre una placa calentadora en la base de un microscopio óptico de reflexión y el movimiento del sello fue controlado por un brazo mecánico con un tornillo motorizado, el cual permite una precisión micrométrica.

Se optimizaron los parámetros T y v para lograr transferencias eficientes y reproducibles con ambos tipos de recubrimientos sobre sustratos de vidrio común. En la etapa de adhesión, el procedimiento es idéntico para PVC y PMMA, obteniéndose velocidades óptimas de $v = 10 \mu\text{m/s}$ y temperaturas en el rango de $88\text{--}90^\circ\text{C}$ para PVC y de $71\text{--}86^\circ\text{C}$ para PMMA. Por otro lado, los parámetros óptimos de la etapa de depósito para los sellos recubiertos con PVC fueron $T = 157^\circ\text{C}$ y $v = 5 \mu\text{m/s}$. En el caso de los recubiertos con PMMA, se aprovechó su relativamente bajo punto de fusión para fundir el material a $T \sim 180^\circ\text{C}$, quedando así los cristales y el residuo de PMMA en el sustrato, de modo que la velocidad de separación tiene escasa influencia sobre el depósito. Posteriormente, dichos residuos se eliminaron mediante limpieza con acetona.

Finalmente, se utilizó este método para transferir cristales exitosamente a otros sustratos: dióxido de silicio (SiO_2/Si), dióxido de silicio mesoporoso de alta porosidad ($\sim 45\%$) y de baja porosidad ($\sim 20\%$), y dióxido de titanio (TiO_2) mesoporoso de alta porosidad ($\sim 50\%$).

[1] Mak, K.F., Lee, C., Hone, J., Shan, J. & Heinz, T.F. Phys. Rev. Lett. 105, 136805 (2010).

[2] Castellanos-Gomez, A., Buscema, M., Molenaar, R., Singh, V., Janssen, L., van der Zant, H.S.J. & Steele, G.A. 2D Materials 1, 011002 (2014).

Miércoles 17 14:00 – 14:20 hs

Auditorio -203, CPSK

Momento cuadrupolar nuclear y calibración del corrimiento isomérico de los isótopos ^{57}Fe , ^{119}Sn , ^{125}Te , $^{47,49}\text{Ti}$, $^{63,65}\text{Cu}$. Estudio basado en la Teoría de la Funcional Densidad

Narro Arias Hans K.¹, Errico Leonardo A.^{1 2 3}, Gil Rebaza Arles V.^{1 3}

¹ Instituto de Física de La Plata (IFLP) Ciudad de La Plata, CONICET, CCT La Plata, 1900 La Plata, Argentina.

² Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires (UNNOBA) Junin, Montegudo 2772, 2700 Pergamino, Argentina.

³ Universidad Nacional de La Plata (UNLP) Ciudad de La Plata, Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas, 1900 La Plata, Argentina.

Las técnicas nucleares no convencionales son ampliamente utilizadas en la ciencia de materiales e industria, siendo la resonancia magnética nuclear (RMN), resonancia cuadrupolar nuclear (RCN) y espectroscopia Mössbauer (EM) algunas de las técnicas más empleadas.

En EM existen tres propiedades hiperfinas, en el presente trabajo nos enfocaremos en dos: el corrimiento isomérico (IS), que da información del estado de oxidación del sistema, y el desdoblamiento cuadrupolar (QS), que brinda información de la simetría de la densidad de carga. Los parámetros hiperfinos resultan de la interacción de una propiedad nuclear y una electrónica la cual depende del entorno cristalino donde la sonda está ubicada. Para el caso del IS, la propiedad nuclear está en la constante α , relacionada con la variación del radio nuclear de carga en la transición Mössbauer y la propiedad extra nuclear es la densidad electrónica cercano al núcleo ($\Delta\rho$). Para el caso del QS, la propiedad nuclear es el momento cuadrupolar nuclear (Q_N), mientras que la extra nuclear es el Gradiente de Campo Eléctrico (GCE). Actualmente, las sondas más empleadas en EM son ^{57}Fe y ^{119}Sn , y una menos explorada pero importante que

estudiaremos acá, el ^{125}Te . Para las dos primeras se han reportado a lo largo de la literatura diferentes valores de α y Q_N obtenido en el marco de diferentes modelos y aproximaciones, en cambio para la sonda ^{125}Te existen muy pocos, siendo así necesario dar un valor fehaciente que ayude en la interpretación de los resultados Mössbauer experimentales.

Realizaremos un estudio DFT para determinar el valor Q_N , en especial para la sonda ^{125}Te , además de cómo afecta la hipótesis del núcleo puntual en la determinación de α , para las sondas ^{57}Fe , ^{119}Sn y ^{125}Te con espín nuclear $I = 3/2$. Se correlacionaron valores de " $\Delta\rho$ " y valores experimentales de IS. Mientras que para determinar el Q_N se correlacionaron valores experimentales del QS con el GCE.

Los cálculos DFT se han realizado usando el método Full Potential Augmented Plane Waves (FP-LAPW) [1], siendo este el método de referencia para cálculos de estructura electrónica. Además, se ha usado el método Gauge-Including Projected Augmented Waves (GIPAW) [2] basado en ondas planas y pseudopotenciales a fin de establecer la capacidad y eficiencia de este método para el cálculo de propiedades nucleares, el cual permite estudiar sistemas de muchos átomos o de baja dimensión. La parte de intercambio-correlación (XC) fue descrita mediante la parametrización Perdew-Burke-Ernzerhof (PBE) de la Aproximación de Gradiente Generalizada (GGA) [3]. Se discute también el caso de los isótopos $^{47,49}\text{Ti}$ ($I = 5/2, 7/2$) y $^{63,65}\text{Cu}$ ($I = 3/2$), que son sondas NMR y NQR respectivamente, comparando la constante de acoplamiento C_q de tales isótopos con el GCE calculado.

Los valores obtenidos de α y Q_N para el ^{57}Fe , ^{119}Sn , ^{125}Te y Q_N para $^{47,49}\text{Ti}$ y $^{63,65}\text{Cu}$ están en conformidad con valores experimentales reportados [4]. Esto nos permitirá estudiar posibles barras de error introducidas por las diferentes aproximaciones locales y semilocales del término de XC de DFT sobre las propiedades hiperfinas, y comparar con cálculos de química cuántica donde la parte de XC es descrita de manera exacta.

[1] P. Blaha et al, The Journal of chemical physics 152, 7 (2020).

[2] P. Giannozzi, et al., J. Phys.: Condens. Matter 29, 465901 (2017).

[3] J.P. Perdew, K. Burke, M. Ernzerhof, Phys. Rev. Lett. 77, 3865-3868 (1996).

[4] N.J. Stone, Atomic Data and Nuclear Data Tables 90, 75-176 (2005).

Miércoles 17 14:20 – 14:40 hs

Auditorio -203, CPSK

Modelado de dendritas de litio metálico sobre electrodos modificados superficialmente

Zampieri Muriel^{1 2}, Saravia Paula V.^{3 4}, Paz Sergio A.^{3 4}, Vaca Chávez Fabián^{1 2}, Leiva Ezequiel P. M.^{3 4}, Luque Guillermina L.^{3 4}

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 Instituto de Investigaciones en Físico-Química de Córdoba (INFIQC), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

⁴ Facultad de Ciencias Químicas (FCQ), Universidad Nacional de Córdoba (UNC), Departamento de Química Teórica y Computacional

El litio metálico es considerado uno de los materiales más prometedores para el desarrollo de baterías recargables de alta eficiencia, especialmente en aplicaciones donde la densidad energética, la capacidad y el bajo peso son factores determinantes, como en vehículos eléctricos y dispositivos portátiles. Sin embargo, uno de los principales desafíos tecnológicos en estas baterías es la formación de dendritas sobre el electrodo. Estas estructuras ramificadas de litio metálico reducen

la capacidad y la vida útil de la celda, y pueden provocar fallos graves, incluyendo cortocircuitos. Diversas estrategias han sido propuestas para mitigar la formación de dendritas, como la modificación de los distintos componentes de la batería. Una de ellas consiste en alterar la superficie del electrodo de litio metálico mediante la incorporación de membranas, materiales bidimensionales, nanopartículas, entre otros.

En este trabajo se presenta un estudio teórico basado en dinámica browniana, en el cual se modela la formación de dendritas a partir de electrodos con distintas modificaciones superficiales. El objetivo es caracterizar las dendritas resultantes en función del tipo de modificación aplicada, identificando así distintos regímenes de crecimiento y extrayendo información relevante para el diseño de electrodos de litio modificados.

Miércoles 17 14:40 – 15:00 hs

Auditorio -203, CPSK

Estudio teórico de la dispersión de fonones del hBN mediante un modelo continuo

Molina Gonzalo Nicanor¹, Cappelluti Emmanuele², Rostami Habib^{3 4}, Guinea Francisco^{5 1}, Silva Guillén José Ángel¹

¹ *Instituto Madrileño de Estudios Avanzados (IMDEA), IMDEA Nanociencia, Faraday 9, 28049 Madrid, España.*

² *Istituto di Struttura della Materia, CNR (ISM-CNR), 34149 Trieste, Italia.*

³ *Department of Physics, University of Bath, Claverton Down, Bath BA2 7AY, Reino Unido.*

⁴ *Nordita, KTH Royal Institute of Technology and Stockholm University, 10691 Estocolmo, Suecia.*

⁵ *Donostia International Physics Center, Paseo Manuel de Lardizábal 4, 20018 San Sebastián, España.*

El apilamiento de capas de materiales de van der Waals (vdW) con rotación angular por la cual se forman superredes de moiré, ha abierto nuevas perspectivas para explorar la física de sistemas fuertemente correlacionados y diversos fenómenos emergentes. Entre los materiales de vdW, el nitruro de boro hexagonal (hBN), aunque menos conocido que su contraparte isoestructural el grafeno, se destaca por su naturaleza aislante, resistencia a la oxidación, alta conductividad térmica y excepcional resistencia mecánica. Estas propiedades, junto con el potencial de diseñar nuevos comportamientos mediante configuraciones de doble capa rotada, posicionan al hBN, al igual que a otros sólidos de van der Waals, como un material versátil para la ingeniería de propiedades electrónicas y ópticas ajustables, el estudio de fases cuánticas emergentes, incluyendo superconductividad, estados aislantes correlacionados, magnetismo orbital y fases topológicas [1]. Uno de los principales desafíos para avanzar en el estudio de estos sistemas radica en comprender los fonones (ondas vibratorias atómicas propagantes), que influyen de manera crucial en las características térmicas, mecánicas, optoelectrónicas y de transporte de un material. Cappelluti y colaboradores [2] han desarrollado recientemente un modelo continuo que permite describir de forma eficiente la dinámica reticular en bicapas de grafeno con rotación angular relativa, facilitando el estudio de la dispersión fonónica a escalas espaciales mucho mayores que el modelo atómico, y revelando un aplanamiento significativo de las bandas en casi todos los modos de vibración de la red en el plano a altas frecuencias.

Basándonos en estos hallazgos, nuestro objetivo principal fue extender este modelo continuo a otros materiales bidimensionales, con un enfoque particular en el hBN. En este estudio, además aplicamos la Teoría de Perturbación Funcional de Densidad (DFPT, por sus siglas en inglés) utilizando el paquete Quantum ESPRESSO [3] con funcionales Perdew–Burke–Ernzerhof (PBE) dentro de la Aproximación de Gradiente Generalizado (GGA) y pseudopotenciales PAW, para

obtener parámetros clave para el modelo, como las fuerzas interatómicas mediante el cálculo de los fonones para el hBN monocapa y distintas configuraciones de apilamiento [4].

Como resultado, nuestras simulaciones confirmaron la validez del modelo continuo para capturar la dispersión de fonones. Específicamente, el modelo continuo capturó con precisión el comportamiento de la dispersión de fonones en puntos de alta simetría en la zona de Brillouin. Esta representación robusta nos permitió realizar un análisis más profundo de la dispersión fonónica en bicapas de hBN con rotación angular controlada, aportando conocimientos fundamentales sobre la dinámica vibracional en estos sistemas.

[1] E. Y. Andrei, D. K. Efetov, P. Jarillo-Herrero, et al., *Nat. Rev. Mater.* 6, 201 (2021).

[2] E. Cappelluti, J. A. Silva-Guillén, H. Rostami, and F. Guinea, *Phys. Rev. B* 108, 125401 (2023).

[3] P. Giannozzi, S. Baroni, N. Bonini, M. Calandra, R. Car, C. Cavazzoni, D. Ceresoli, G. L. Chiarotti, M. Cococcioni, I. Dabo, et al., *J. Phys.: Condens. Matter* 21, 395502 (2009).

[4] G. Constantinescu, A. Kuc, and T. Heine, *Phys. Rev. Lett.* 111, 036104 (2013).

Miércoles 17 15:00 – 15:20 hs

Auditorio -203, CPSK

Paredes de dominio solitónicas en una cadena de trans-poliacetileno acoplada a un pozo de potencial

Suleiman Tomás Facundo¹, Iucci Aníbal^{1 2}, Lobos Alejandro^{3 4}

¹ *Instituto de Física de La Plata (IFLP) Ciudad de La Plata*

² *Universidad Nacional de La Plata (UNLP) Ciudad de La Plata, Departamento de Física*

³ *Universidad Nacional de Cuyo (UNCuyo) Mendoza Capital, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales*

⁴ *Universidad Nacional de Cuyo (UNCuyo) Mendoza Capital, Instituto Interdisciplinario de Ciencias Básicas*

El trans-poliacetileno (tPA), una cadena lineal de carbonos con enlaces simples y dobles alternantes, fue el primer polímero orgánico en exhibir propiedades conductoras. Su estructura dimerizada, producto de la inestabilidad de Peierls, permite la formación de solitones topológicos llamados paredes de dominio (DWs), ya que presentan un exceso de carga generado por las deformaciones de la red. Estas excitaciones fueron predichas teóricamente en los años 70, para luego ser observadas experimentalmente. Los recientes avances en la nanofabricación, como la síntesis de cadenas moleculares sobre superficies metálicas, renovó el interés en el tPA.

En este trabajo estudiamos teóricamente un nanodispositivo basado en tPA acoplado un pozo de potencial. Utilizando la técnica de bosonización, resolvemos las ecuaciones clásicas de movimiento del sistema para caracterizar sus soluciones según propiedades topológicas. La bosonización provee un marco apropiado para la incorporación de interacciones electrón-electrón sin perder la capacidad de resolver el problema analíticamente. A diferencia de las aproximaciones usuales, en donde la posición de los iones está fija en un patrón de dimerización específico, el tratamiento clásico del problema nos permite considerar posibles variaciones en el mismo. Nuestro objetivo es demostrar cómo mediante parámetros experimentalmente accesibles se pueden generar transiciones de fase cuánticas, permitiendo el control de las paredes de dominio.

Miércoles 17 15:20 – 15:40 hs

Auditorio -203, CPSK

Caracterización eléctrica de materiales fotoconductores mediante la técnica de rejilla fotogenerada móvil.

Tentor Carmody Mateo^{1 2}, Ventosinos Federico^{1 3}, Chozas Barrientos Sofia³, Bolink Henk³, Schmidt Javier Alejandro^{1 2}

¹ *Instituto de Física del Litoral (IFIS) Santa Fe Capital*

² *Universidad Nacional del Litoral (UNL), Facultad de Ingeniería Química*

³ *Instituto de Ciencia Molecular, Universidad de Valencia*

La técnica de rejilla fotogenerada móvil (Moving Grating Technique, MGT) ha sido utilizada para el estudio de las propiedades de los portadores fotogenerados en distintos materiales fotoconductorivos, permitiendo determinar la movilidad y tiempo de vida medio de electrones y huecos en una sola medición [1].

La técnica se basa en dividir en dos un haz de luz láser (coherente y con longitud de onda λ) y hacerlo incidir sobre la superficie de la muestra, manteniendo un ángulo δ entre ambos haces. De esta manera se genera una rejilla de interferencia, con zonas de mayor y menor iluminación. Esta rejilla tendrá un período espacial definido por

$$\Lambda = \frac{\lambda}{2 \sin(\delta/2)}.$$

Además, se cuenta con dos moduladores acusto-ópticos, encargados de modificar levemente la frecuencia de cada haz en ΔF_1 y ΔF_2 (con $\Delta F = \Delta F_1 - \Delta F_2$). Esto genera que la rejilla de interferencia no sea estática, sino que se mueva sobre la superficie del material con una velocidad proporcional a ΔF . Este movimiento genera una corriente DC del orden de 10^{-12} A para una diferencia de potencial de 0 V. Por último, al variar el desfase en frecuencia entre los haces, se puede obtener un espectro de corrientes para distintas velocidades de movimiento de la rejilla. A partir de la intensidad (corriente) y posición (ΔF) de los picos obtenidos en el espectro, y de las ecuaciones de transporte para el material, se puede caracterizar el movimiento de los portadores de carga.

La aplicación de esta técnica a perovskitas de haluros de plomo permitió identificar distintos picos que indican conducción iónica, pudiéndose encontrar la movilidad de la especie en cuestión [2]. Desde nuestro grupo hemos avanzado en la técnica, desarrollando una simulación numérica de las curvas experimentales a partir de las ecuaciones fundamentales de transporte. Dado que incorporamos la densidad de estados dentro de la banda prohibida del semiconductor, podemos describir adecuadamente los mecanismos de recombinación, captura y emisión de portadores. De esta forma no sólo podemos obtener un mejor ajuste de las curvas experimentales, sino que también podemos explicar el origen de picos observados que no pueden ser atribuidos a los portadores de carga o a la movilidad de los iones. Este último aspecto es un trabajo en desarrollo de nuestro grupo, que se espera publicar en la brevedad, y del cual en este encuentro se presentarán algunos resultados parciales, así como también los fundamentos de la técnica.

[1] Haken, U., Hundhausen, M. & Ley, L., *Journal of Non-Crystalline Solids* 164 (1993) 497-500.

[2] Korneev, N., *Applied Physics Letters* 124 (2024) 011104.

Miércoles 17 15:40 – 16:00 hs

Auditorio -203, CPSK

Asamblea de la División de Materia Condensada

Mecánica Estadística, Física no-lineal y Sistemas Complejos

Lunes 15 14:00 – 14:50 hs

Aula -202, CPSK

Charla invitada: Manejo integrado del mosquito *Aedes aegypti*: modelados computacionales, resistencia a insecticidas y evaluación del impacto de las intervenciones de control a nivel de un Municipio de la Provincia de Buenos Aires

Ons Sheila^{1 2 3}

¹ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

² Facultad de Ciencias Exactas (FCE)

³ Facultad de Ciencias Médicas (FCM)

Aedes aegypti es un mosquito vector de dengue y otros arbovirus que se encuentra extendido en las regiones central y norte del Territorio Argentino. En nuestro país, este mosquito es el responsable de la transmisión de miles de casos de dengue por año, concentrados en la temporada estival y comienzos del otoño. La manera más eficiente de controlar la expansión de dengue es a través del control del vector. Durante los momentos no-epidémicos, la recomendación es el control ambiental, eliminación de reservorios de agua, etc. Mientras tanto, durante los momentos de brote, se recomiendan tratamientos con insecticidas para eliminar a los mosquitos adultos. Todas estas tareas de control de vectores son llevadas adelante por gobiernos locales (Municipios). Para ser costo-eficientes, deben ser diseñadas con información precisa sobre la evaluación de la presencia del vector a lo largo del territorio y el año, su dinámica de distribución, el monitoreo de la resistencia a los insecticidas en uso, y un diseño específico de cómo y en qué momentos deben ser utilizados. Este monitoreo vectorial es necesario para la toma de decisiones de control en base a información precisa obtenida en el territorio, evaluar riesgo de dengue, así como tomar acciones en consecuencia.

A finales del año 2024 se inició un proyecto multi-disciplinario entre profesionales de la física, la biología molecular y entomología, junto con agentes de salud del Municipio bonaerense de Ensenada. El objetivo fue mejorar la eficiencia de los programas de control de mosquitos *A. aegypti* mediante el diseño de un manejo integrado de vectores basado en evidencia obtenida localmente. Nos planteamos generar un mapa que contemple el riesgo de presencia y abundancia de *A. aegypti* en distintas regiones del Municipio durante el año. Por otra parte, evaluamos el estatus de resistencia a insecticidas por parte de poblaciones de *A. aegypti* en el partido de Ensenada. Las comparaciones con evidencia previamente obtenida por nuestro grupo nos permitieron evaluar la evolución de mutaciones génicas asociadas con la resistencia a insecticidas a lo largo de los últimos 7 años en la Provincia de Buenos Aires, y su asociación con el uso intensivo de insecticidas. Con los datos obtenidos hemos conseguido desarrollar un modelo eco-epidemiológico y un mapa de riesgo, que tienen en cuenta la información relevada a nivel de un Municipio particular. Se evaluó la importancia de incorporar a los modelos el estatus de susceptibilidad/resistencia y variables de fitness asociadas a los mosquitos. El trabajo multi-disciplinario realizado incorpora los saberes de los agentes de salud del Municipio; los resultados obtenidos hasta la fecha serán un aporte al diseño racional de políticas públicas basadas en evidencia, con un enfoque de ciencia localizada.

Lunes 15 14:50 – 15:10 hs

Aula -202, CPSK

Efectos inerciales en el modelo de depinning

Pereyra Aponte Francisco Valentín¹, Jagla Eduardo Alberto²

¹ Instituto Balseiro (IB), Centro Atómico Bariloche (CAB), Universidad Nacional de Cuyo (UN-

Cuyo) Mendoza Capital

² Centro Atómico Bariloche (CAB) San Carlos de Bariloche, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) Palermo

Se estudia el modelo de **desanclaje** (*depinning*) de interfases incorporando un mecanismo que favorece la propagación del movimiento una vez iniciado. Esta modificación busca explorar los efectos causados por ejemplo por la **inercia** del sistema.

El modelo consiste en una red bidimensional de **partículas elásticamente acopladas**, forzadas a moverse sobre un **potencial estocástico**, por la acción de resortes externos. Se consideran tanto **interacciones locales** (primeros vecinos) como de **largo alcance** (campo medio). La dinámica del modelo procede por eventos colectivos denominados **avalanchas**. La inercia se implementa reduciendo la fuerza de anclaje de aquellas partículas que ya están participando de una avalancha, promoviendo el desarrollo de eventos más grandes.

Los resultados muestran que la incorporación de inercia modifica de forma progresiva las **distribuciones de tamaños** de eventos (*Ley de Gutenberg-Richter*), afectando tanto el exponente de la ley de potencias como el valor del corte exponencial. En el caso de interacciones en campo medio, se observa (para forzados a través de resortes suficientemente blandos) la aparición de **eventos extensos**, comparables al tamaño del sistema. Esto puede estar relacionado con los denominados **eventos característicos** en la dinámica de terremotos.

Lunes 15 15:10 – 15:30 hs

Aula -202, CPSK

Estudio del modelo Yard Sale Extendido de redistribución de riqueza sobre redes aleatorias de Erdős-Rényi

Vazquez Nicolás^{2 1}, Perotti Juan Ignacio^{2 1}

¹ Instituto de Física Enrique Gaviola (IFEG)

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

La concentración excesiva de la riqueza puede tener efectos negativos sobre el crecimiento económico y social. Este fenómeno se puede investigar con la ayuda de los modelos de intercambio de activos. El modelo “Yard Sale Extendido” (EYS), introducido por Boghosian y colaboradores [1], ofrece un marco de trabajo interesante por su comportamiento crítico. Este modelo captura la tensión entre los procesos de acumulación y redistribución de la riqueza, exhibiendo una transición de fase continua que separa una fase condensada -donde una fracción microscópica de los agentes posee una porción macroscópica de la riqueza total- de una fase distribuida con una distribución de riqueza más homogénea.

Mientras que el modelo EYS asume interacciones sobre una red totalmente conectada, este trabajo introduce y estudia una variante de redes, en la que los agentes interactúan en redes aleatorias de Erdős-Rényi. Este análisis combina simulaciones de Monte Carlo, junto con aproximaciones tipo “Campo Medio recocido” (“Quenched Mean Field”) y Campo Medio, explorando una variedad de esquemas de interacción y de cobro de impuestos. Un análisis de escala revela que persiste la transición de fase continua, aunque en el modelo de red la fase condensada es de tipo local, a diferencia del caso totalmente conectado en el que la condensación es global. Estos resultados profundizan en la comprensión de la dinámica de la riqueza en poblaciones estructuradas, y pueden ayudar al diseño de políticas económicas y sociales más efectivas [2].

[1] B. M. Boghosian, A. Devitt-Lee, M. Johnson, J. Li, J. A. Marcq, and H. Wang, *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications* 476, 15 (2017).

[2] N. V. V. Bibow and J. I. Perotti, arXiv:2505.04032 (2025).

Lunes 15 15:30 – 15:50 hs

Aula -202, CPSK

Modelado biofísico de la respuesta hemodinámica inducida por sustancias psicodélicas

Mundel Lautaro Ezequiel¹, Tagliazucchi Enzo¹, Sanz Perl Yonatan¹

¹ *Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN) Belgrano*

Las drogas agonistas del receptor 2A de serotonina (también conocidas como psicodélicos) se investigan por su potencial para introducir modificaciones reversibles y transitorias en el estado de conciencia. En combinación con técnicas para registrar de forma no-invasiva la actividad neuronal (principalmente la resonancia magnética funcional o fMRI [1], por sus siglas en inglés) estas sustancias pueden utilizarse para investigar los correlatos neuronales de la percepción consciente. Una limitación de esta técnica es el carácter indirecto de sus mediciones, el cual registra el flujo de sangre oxigenada asociado a cambios en la actividad neuronal [2]. Por lo tanto, es importante distinguir los cambios asociados a la actividad cerebral del efecto vascular causado por los psicodélicos, el cual podría introducir cambios en la señal de fMRI de carácter no-neuronal. Investigamos la respuesta hemodinámica [3] asociada al estado agudo inducido por tres psicodélicos serotoninérgicos (LSD, psilocibina y DMT) utilizando algoritmos de deconvolución aplicados a la señal de fMRI registrada durante el reposo. Estimamos la respuesta hemodinámica para los efectos agudos de las drogas y una condición de control (placebo) y encontramos cambios globales y regionales en la latencia de la respuesta hemodinámica, sugiriendo una alteración del acoplamiento neuro-vascular de origen serotoninérgico. Para indagar sobre los mecanismos asociados a esta alteración, implementamos modelos biofísicos [4] basados en descripciones de campo medio de actividad neuronal acoplada mediante el conectoma de tractos de materia blanca del cerebro. El modelado del acoplamiento neuro-vascular resulta en parámetros interpretables en términos de la biomecánica vascular asociados al estado agudo de las drogas, fortaleciendo la hipótesis de que los cambios observados en fMRI pueden explicarse parcialmente por factores no neuronales vinculados a fenómenos de vasoconstricción y dilatación.

[1] Lee, M. H., Smyser, C. D., & Shimony, J. S. (2013) *American Journal of neuroradiology* 34(10), 1866-1872.

[2] Liu, T. T. (2013) *Neuroimage* 80,339-348.

[3] Wu, G. R., Colenbier, N., Van Den Bossche, S., Clauw, K., Johri, A., Tandon, M., & Marinazzo, D. (2021) *Neuroimage* 244, 118591.

[4] Patow, G., Martin, I., Sanz Perl, Y., Kringelbach, M. L., & Deco, G. (2024) *Nature Reviews Methods Primers* 4, 53.

Lunes 15 15:50 – 16:00 hs

Aula -202, CPSK

Flash-talks

Martes 16 14:00 – 14:20 hs

Aula -202, CPSK

Sistemas dinámicos e inteligencia artificial para revelar huellas acústicas individuales en horneros

Amador Ana^{1 2}, Cignoli Felipe^{1 2}, De Udaeta Tomás², Mindlin Gabriel B.^{1 2}

¹ *Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Instituto de Física Interdisciplinaria y Aplicada (ex INFIP) (INFINA), Ciudad Universitaria, 1428, Buenos Aires, Argentina*

² *Universidad de Buenos Aires (UBA), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN), Ciudad Universitaria, 1428, Departamento de Física, Buenos Aires, Argentina*

El hornero (*Furnarius rufus*) es un ave suboscina ampliamente distribuida en América del Sur. En comparación con las oscinas, que han sido extensamente estudiadas por sus capacidades de aprendizaje vocal, las suboscinas han recibido menos atención, ya que sus cantos se consideran generalmente innatos. Sin embargo, cada vez hay más evidencia que sugiere que algunas suboscinas presentan una mayor complejidad conductual, propiedades dinámicas en el canto y una anatomía de la siringe más elaborada de lo esperado para aves no aprendices. A pesar de estos hallazgos, se considera que la estructura del canto de las suboscinas carece de especificidad individual y presenta un control neuromuscular y una complejidad silábica menores en comparación con las oscinas.

En este estudio, analizamos las propiedades acústicas de los cantos del hornero para investigar firmas silábicas individuales. Utilizando análisis acústicos cuantitativos y métodos de aprendizaje automático, evaluamos si las sílabas contienen características distintivas. En particular, entrenamos redes neuronales siamesas con representaciones espectrotemporales de la frecuencia fundamental para clasificar individuos. Nuestros resultados sugieren que las hembras de hornero presentan firmas acústicas identificables en sus cantos, mientras que los cantos de los machos carecen de suficiente distintividad para permitir una clasificación confiable. Un análisis más detallado de los espectrogramas de las sílabas femeninas y un modelado biomecánico de la fuente sonora indican un control motor fino que permitiría generar dichas huellas acústicas individuales. Estos hallazgos subrayan la necesidad de profundizar en el estudio de la producción vocal y el control neuromuscular en suboscinas, especialmente en lo que respecta al papel de la individualidad en el canto.

Martes 16 14:20 – 14:40 hs

Aula -202, CPSK

Eventos extremos inducidos por ruido en redes neuronales de Hodgkin–Huxley

Boaretto Bruno R. R.^{1 2}, Macau Elbert E. N.¹, Masoller Cristina²

¹ *Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP), Brazil.*

² *Universitat Politècnica de Catalunya (UPC), Spain*

Los eventos extremos son desviaciones raras y de gran escala del comportamiento típico de un sistema, que pueden ocurrir en sistemas dinámicos no lineales. Este estudio explora la aparición de eventos extremos en una red de neuronas estocásticas de Hodgkin–Huxley acopladas mediante un acoplamiento de tipo campo medio. Las neuronas están expuestas a ruido no correlacionado, lo que introduce fluctuaciones eléctricas estocásticas que influyen en su actividad de disparo. Al analizar las variaciones en la amplitud del campo medio, observamos una transición suave desde una actividad de pequeña amplitud y desincronizada hacia una actividad de disparo sincronizado a medida que aumenta el parámetro de acoplamiento. En contraste, se produce una transición abrupta al incrementar la intensidad del ruido. Sin embargo, más allá de cierto umbral, el acoplamiento suprime abruptamente la actividad de disparo de la red. Nuestro análisis revela que la influencia del ruido, combinada con el acoplamiento neuronal cerca de las transiciones abruptas, puede desencadenar cascadas de actividad sincronizada, identificadas como eventos extremos. El análisis de la entropía del campo medio nos permite detectar la región de parámetros donde ocurren estos eventos. Caracterizamos la estadística de estos eventos y encontramos que, a medida que aumenta el tamaño de la red, el intervalo de parámetros en el que ocurren disminuye significativamente.

Martes 16 14:40 – 15:00 hs

Aula -202, CPSK

Flash-talks

Martes 16 15:00 – 15:20 hs

Aula -202, CPSK

Resonancias de movimientos medios en órbitas de alta excentricidad e inclinación

Pan Rivero N¹, Gallardo T¹, Rodríguez Colucci A², Roig F³

¹ *Universidad de la República de Uruguay (UDELAR)*

² *Observatório do Valongo, Universidade Federal do Rio de Janeiro*

³ *Observatorio Nacional, Río de Janeiro*

En los últimos 30 años, el número de sistemas exoplanetarios confirmados ha aumentado enormemente, llegando a casi mil sistemas confirmados con múltiples planetas. Las arquitecturas orbitales de estos sistemas han desafiado los modelos de formación tradicionales y han transformado nuestra comprensión de los mecanismos de formación y evolución de los sistemas planetarios. En particular, la distribución de excentricidades muestra que muchos exoplanetas poseen órbitas de alta excentricidad, en contraste con las órbitas cuasi circulares de los planetas del Sistema Solar (SS). Además, varios trabajos han mostrado que algunos exoplanetas orbitan en trayectorias polares respecto al ecuador de su estrella, mientras que todos los planetas del SS orbitan en una configuración relativamente coplanar. Estos resultados resaltan la importancia de estudiar la dinámica orbital de configuraciones planetarias inclinadas y excéntricas. Físicamente, esto corresponde al problema de los tres cuerpos, con una estrella y dos planetas.

Como muchos sistemas físicos, los sistemas planetarios pueden entrar en resonancia. La distribución de cocientes de periodos en sistemas multiplanetarios muestra concentraciones claras cerca de resonancias de movimientos medios (MMR), las cuales influyen significativamente en la evolución orbital a largo plazo de estos sistemas. Como ejemplo de esto, el sistema HD 31527 parece ser estable únicamente dentro de la resonancia de alto orden 16:3. En esta configuración, la resonancia ayuda a evitar encuentros cercanos entre los planetas externos, previniendo zonas caóticas. En cambio, los planetas del SS se encuentran cerca pero fuera de resonancias. Experimentos numéricos muestran que forzar a los planetas del SS a entrar en resonancia suele conducir a la inestabilidad del sistema. El hecho de observar sistemas en resonancia es esperable, ya que los modelos de formación sugieren que la migración planetaria puede detenerse mediante captura resonante. Esto abre la pregunta: ¿son las resonancias planetarias estables o inestables? La respuesta a esta pregunta no es sencilla, pero para responder debemos primero conocer bien la estructura y las propiedades de cada resonancia individualmente. Tradicionalmente, los enfoques clásicos para estudiar la perturbación de dos planetas se han basado en desarrollos analíticos de la función perturbadora válidas únicamente para ciertos intervalos de excentricidades e inclinaciones o para resonancias particulares. Sin embargo, calcular la función resonante de forma numérica presenta la ventaja de no tener restricciones en los elementos orbitales ni en el orden de la resonancia.

En este trabajo, aplicamos un modelo semianalítico para calcular la función perturbadora resonante, el hamiltoniano del sistema y las propiedades de cualquier resonancia entre dos planetas. El modelo está solamente limitado por la evolución rápida de la excentricidad, la inclinación, el argumento del perihelio o la longitud del nodo ascendente, ya que el modelo asume que estos permanecen aproximadamente constantes durante un período de libración. Mostraremos resultados sobre las propiedades de distintas resonancias, centrándonos en la ubicación de los puntos de equilibrio calculados como mínimos del Hamiltoniano. Presentamos un mapeo de propiedades resonantes en los espacios de fase (excentricidad, inclinación) y (excentricidad interna,

excentricidad externa). Estos incluyen nuevos puntos de equilibrio, los cuales validamos mediante integraciones numéricas y comparamos con sistemas exoplanetarios observados de bases de datos disponibles. Nuestros resultados indican que la topología del espacio de fases de las resonancias puede cambiar drásticamente bajo estas condiciones, desafiando la clasificación tradicional y revelando estructuras dinámicas más complejas como bifurcaciones.

Martes 16 15:20 – 15:40 hs

Aula -202, CPSK

Modelo econofísico de intercambio de bienes de valor subjetivo

González Matías Ezequiel¹, Frank Guillermo²

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

² *Universidad de Buenos Aires (UBA) San Nicolas, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) Palermo, Departamento de Física*

En este trabajo se propone un modelo econofísico que mantenga el carácter individual en las condiciones de intercambio, similar a los llamados modelos de agentes en la literatura del campo. Pero a diferencia de éstos, se propone una subjetividad en la valoración de los bienes, fundada en una escala de valores cualitativa y propia para cada individuo. La subjetividad yace de la comparación relativa entre bienes del entorno. En otras palabras, no se asigna valor a un bien en un vacío sino que este surge de la comparación con otros bienes en una suerte de escala de preferencias.

Debe ser remarcada la generalidad de este marco teórico debido a que no impone restricciones más allá de su valoración subjetiva. Además se toman como hipótesis la unidad de bienes en el mercado, intercambio entre pares de agentes y alteración de orden de preferencia mediante de los agentes mediante intercambios.

El modelado termodinámico del sistema se realiza en el contexto del ensamble micro-canónico utilizando la entropía de Boltzmann. Calculando la multiplicidad como el resultado de la combinación de preferencias y pertenencias de los agentes del sistema se puede realizar un paralelismo con variables físicas [1].

Haciendo uso de la hipótesis cuasi-estática [2] se interpreta la evolución del sistema como una transformación infinitesimal. Cabe aclarar que para el mencionado cálculo se tomó como energía del micro-estado la cantidad de bienes en propiedad [3]. Esto nos permite calcular, con la entropía obtenida, observables físicos del sistema tales como presión y temperatura (ambos en función de la cantidad de bienes en propiedad) además del calor específico mediante relaciones diferenciales. De la temperatura obtenida se observa una simetría en relación a la cantidad de bienes en posesión proveniente de la forma de la función entropía (función simétrica en el punto de 50% de pertenencia) y una relación proporcional entre temperatura y cantidad de bienes en posesión. La presión resultante rompe la mencionada simetría en la cantidad de bienes en posesión. La naturaleza de la falta de esta simetría es explicada trivialmente en el contexto de la física (expansión en un recinto limitado) pero no así en el contexto de la economía, actualmente en discusión abierta.

La función calor específico tiene una forma funcional símil a la reportada en Ising 1D a muchos vecinos [4]. la cual consta de un máximo. La posibilidad de la existencia de un cambio de fase en el sistema debido a la última observación mencionada está siendo discutida actualmente con la ayuda de simulaciones numéricas. Añadido también a la discusión, está la posibilidad del uso del formalismo de matriz transferencia como alternativa para la descripción de la termodinámica del sistema[5]. También se llegó a una forma funcional de la distribución de bienes correspondiente a una forma de Fermi-Dirac consecuencia de hipótesis de unidad de bienes del mercado.

- [1] Huang K, (1987) Statistical Mechanics Second edition, pág. 131.
- [2] Huang K, (1987) Statistical Mechanics Second edition, pág. 135.
- [3] Yakovenko M. V., Barkley R. J., (2009) Colloquium: Statistical mechanics of money, wealth, and income.
- [4] Martinez-Herrera J. G., Rodríguez-López O.A., Solís M.A, (2022) Critical temperature of one-dimensional Ising model with long-range interaction revisited.
- [5] Huang K, (1987) Statistical Mechanics Second edition, pág. 362-363.

Martes 16 15:40 – 16:00 hs

Aula -202, CPSK

Flash-talks

Miércoles 17 14:00 – 14:20 hs

Aula -202, CPSK

Propagación epidémica: restringir los contactos a los vínculos cercanos no es necesariamente la opción más segura.

Simões Delboni João¹, Fabricius Gabriel¹

¹ Instituto de Investigaciones Fisicoquímicas Teóricas y Aplicadas (INIFTA)

Cuando surge una nueva enfermedad infecciosa, como ocurrió en la reciente pandemia de COVID-19, se consideran distintos tipos de restricciones sociales con el fin de frenar la propagación de la enfermedad y amortiguar su impacto en la salud pública. Las medidas a adoptar requieren un balance entre el costo social y su impacto en el control de la enfermedad. En este trabajo, analizamos, en un contexto de restricciones a la movilidad, el papel de los contactos frecuentes versus los ocasionales en la propagación epidémica. Desarrollamos un modelo matemático basado en individuos en el que se consideran contactos frecuentes entre personas (en el hogar, el trabajo, etc.) y contactos ocasionales (en comercios, transporte, etc.). Definimos una serie de estructuras en las que predominan los contactos frecuentes sobre los ocasionales, o viceversa, pero manteniendo la misma tasa efectiva inicial de propagación. Contrariamente a lo que esperábamos a priori, encontramos que cuanto más predominan los contactos frecuentes sobre los ocasionales, mayor es el pico epidémico, más pronto ocurre y mayor es el número final de personas afectadas por la epidemia [1]. En la charla discutiré el origen de este efecto que podría tener consecuencias relevantes para la epidemiología: si se van a implementar medidas de restricción para reducir los contactos ocasionales, estas no deberían hacerse a costa de relajar las precauciones en los contactos frecuentes, ya que esto podría generar efectos contrarios a los esperados.

[1] J.G. Simões Delboni, G. Fabricius, arxiv.org/abs/2507.10257 (2025).

Miércoles 17 14:20 – 14:40 hs

Aula -202, CPSK

Descubriendo fases magnéticas con datos sintéticos y entrenamiento basado en la física

Medina Agustin¹, Arlego Marcelo¹, Lamas Carlos¹

¹ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) Palermo, Instituto de Física La Plata, Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas UNLP

En este trabajo investigamos el aprendizaje eficiente de fases magnéticas utilizando redes neuronales artificiales entrenadas con datos sintéticos, combinando la simplicidad computacional con estrategias basadas en la física. Centrándonos en el modelo de Ising diluido, que carece de una solución analítica exacta, exploramos dos enfoques complementarios: una clasificación supervisada utilizando redes neuronales densas simples y una detección no supervisada de transi-

ciones de fase utilizando autoencoders convolucionales entrenados únicamente con configuraciones de espín idealizadas. Para mejorar el rendimiento del modelo, incorporamos dos estrategias de entrenamiento basada en la física. En primer lugar, aprovechamos los sesgos arquitectónicos que amplifican preferentemente las características relacionadas con la ruptura de la simetría. En segundo lugar, incluimos configuraciones de entrenamiento que rompen explícitamente la simetría Z_2 , reforzando la capacidad de la red para detectar fases ordenadas. Estos mecanismos, actuando en tándem, aumentan la sensibilidad de la red a la estructura de fase incluso en ausencia de etiquetas explícitas. Validamos las predicciones del aprendizaje automático mediante la comparación con estimaciones numéricas directas de temperaturas críticas y umbrales de percolación.

Nuestros resultados muestran que los esquemas de entrenamiento sintéticos, estructurados y computacionalmente eficientes pueden revelar límites de fase físicamente significativos, incluso en sistemas complejos. Este marco ofrece una alternativa robusta y de bajo coste a los métodos convencionales, con aplicaciones potenciales en contextos más amplios de la física de la materia condensada y la física estadística.

Miércoles 17 14:40 – 15:00 hs

Aula -202, CPSK

Modelos de redes génicas para pluripotencia y transición epitelio-mesenquimal

Senra Daniela^{1 2}, Diambra Luis^{1 2}, Guisoni Nara^{1 2 3}

¹ *Universidad Nacional de La Plata (UNLP), Centro Regional de Estudios Genómicos (CREG-CENEXA), Facultad de Ciencias Exactas y Facultad de Ciencias Médicas*

² *Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)*

³ *Universidad Argentina de la Empresa (UADE), Instituto de Tecnología (INTEC)*

Las redes de regulación génica son sistemas complejos de interacciones moleculares que controlan la expresión génica. En estas redes, genes, proteínas y otras moléculas reguladoras activan o reprimen la transcripción de genes específicos, modulando así la producción de proteínas y determinando las funciones celulares. El estudio de estas redes exige un enfoque multidisciplinario que integre el conocimiento experimental con el modelado matemático, permitiendo realizar predicciones y descifrar los mecanismos subyacentes de los procesos en estudio.

En el presente trabajo, proponemos un modelo de redes génicas para estudiar la transición epitelio-mesenquimal y la pluripotencia en un único circuito. Las células epiteliales, que forman capas organizadas con uniones firmes, pueden cambiar reversiblemente a células mesenquimales, que son más móviles y presentan menor adhesividad. Además, existe evidencia experimental de la existencia de un estado híbrido que presenta características epiteliales y mesenquimales. La transición epitelio-mesenquimal es crucial en el desarrollo embrionario y en la cicatrización de heridas, y está implicada en el cáncer. La red regulatoria central que controla estas transiciones en muchos carcinomas consiste en dos bucles de retroalimentación negativa conectados entre sí, que son formados por factores de transcripción y microARNs: miR-34/SNAIL y miR-200/ZEB. Por otro lado, los factores de transcripción OCT4, SOX2 y NANOG forman la red regulatoria central para la pluripotencia. La misma está relacionada con el potencial de diferenciación de las células y es muy importante durante el desarrollo. Estos reguladores se vinculan a la transición epitelio-mesenquimal y tienen implicancia en la progresión del cáncer.

Discutiremos los resultados y las predicciones obtenidas con la integración de los modelos de transición epitelio-mesenquimal y pluripotencia. En particular, nuestros resultados sugieren que las células híbridas, que presentan niveles moderados y variables de NANOG, podrían tener un mayor potencial metastásico debido a la combinación entre pluripotencia y capacidad migratoria.

Miércoles 17 15:00 – 15:20 hs

Aula -202, CPSK

De la lesión a la recuperación: un marco computacional para la plasticidad cortical visual y la dinámica informacional post-ictusGuisande Natali¹, Montani Fernando¹¹ *Instituto de Física de La Plata (IFLP) Ciudad de La Plata*

La recuperación visual tras lesiones corticales, como los escotomas inducidos por accidentes cerebrovasculares, representa un importante reto en neurociencias. Comprender los mecanismos de reorganización cortical es fundamental para desarrollar estrategias de rehabilitación eficaces. Hemos desarrollado un modelo computacional de la corteza visual primaria (V1) con campos receptivos gaussianos organizados retinotópicamente. Tras la inducción simulada de la lesión, implementamos un mecanismo de plasticidad asimétrica por el que los campos receptivos se expanden hacia las áreas dañadas mediante deformaciones geométricas (rotación y elongación). La recuperación funcional se evaluó integrando estos campos en una red neuronal y se cuantificó mediante análisis de patrones ordinales y métricas de teoría de la información, incluyendo la complejidad estadística y la información de Fisher. La expansión del campo receptivo aumentó significativamente la complejidad y el contenido de información en las bandas de alta frecuencia (β , γ y HFO_x : 80–249 Hz), mientras que las bandas de baja frecuencia no se vieron afectadas. Se observó que un daño moderado mejoró la recuperación en las bandas β , γ , mientras que las lesiones mayores aumentaron la complejidad y el ruido en las bandas HFO_x , lo que sugiere una alteración de la resonancia en las redes perilesionales. La compensación funcional depende directamente de la expansión del campo receptivo. Además, el aumento de la frecuencia de las espigas durante la expansión requirió un filtrado adaptativo dependiente del estado: las altas frecuencias (β , γ , HFO_x) introdujeron ruido en las neuronas intactas, pero codificaron una gran cantidad de información tras la expansión, lo que pone de relieve la necesidad de priorizar dinámicamente las bandas de frecuencia en función del estado neuronal. Las bandas de alta frecuencia son fundamentales para la recuperación plástica. Las bandas β y γ reflejan una mejora en la transferencia de información tras un daño moderado, mientras que las lesiones graves generan una dinámica no lineal más ruidosa en las bandas HFO_x . Este trabajo proporciona un marco teórico para comprender los mecanismos de reorganización cortical tras un accidente cerebrovascular basado en diferentes grados de lesión y en los patrones dinámicos de reorganización cortical.

Miércoles 17 15:20 – 15:40 hs

Aula -202, CPSK

Escaleo de tiempo finito en bifurcaciones de mapas de baja dimensiónMartin Daniel A.^{2 1}, Tang Qian - Yuan³, Chialvo Dante R.^{2 3 1}¹ *Universidad Nacional de Gral. San Martín (UNSAM) San Martín, Instituto de Ciencias Físicas (ICIFI) Villa Maipu, Centro de Estudios Multidisciplinarios en Sistemas Complejos y Ciencias del Cerebro (CEMSC3).*² *Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)*³ *Hong Kong Baptist University, Hong Kong, SAR, China*

En los últimos años se ha propuesto y estudiado el escaleo de tiempo finito (FTS, por su nombre en inglés) [1,2] en distintos mapas unidimensionales alrededor de una bifurcación continua. FTS presenta analogías con el escaleo de tamaño finito (FSS) en transiciones de fase continuas para sistemas de un gran número de elementos. En FTS, el rol del parámetro de control es representado por (la distancia a) el parámetro de bifurcación, el parámetro de orden

corresponde a los puntos fijos del mapa, y en lugar de tamaño, la variable relevante es el número de iteraciones. Similar a FSS, en FTS se observa que el decaimiento a la solución estacionaria es una ley de potencias cuando el parámetro del mapa está ajustado en la bifurcación, decayendo más rápidamente a medida que nos alejamos del mismo. Las curvas obtenidas para distinto número de iteraciones pueden ser colapsadas en una única curva, y esta curva es igual para distintos grupos de mapas, en analogía las clases de universalidad de FSS.

Recientemente hemos extendido el escaleo de tiempo finito en varias direcciones [3]: considerando bifurcaciones de duplicación de período, transiciones discontinuas, mapas bidimensionales, y también introduciendo otros observables y sus respectivas relaciones de escaleo. En bifurcaciones de duplicación de período, encontramos que las expresiones originales [1] siguen siendo válidas cambiando los valores de los exponentes, los cuales dependen de la paridad del término no lineal predominante alrededor de la bifurcación. En bifurcaciones discontinuas, encontramos que, alrededor del *espínodal*, puede ocurrir que el colapso sea observado o que quede oculto si la cuenca de atracción relacionada se vuelve infinitamente pequeña. Definimos la susceptibilidad y el exponente de Lyapunov de tiempos cortos y observamos que colapsan siguiendo leyes similares a las del parámetro de orden. Finalmente, para mapas bidimensionales, observamos cualitativamente que estos resultados parecen seguir siendo válidos, cambiando el parámetro de bifurcación por los autovalores del Jacobiano.

En esta presentación haremos un repaso de FSS y presentaremos los nuevos resultados, enfatizando la analogía con FSS.

[1] A. Corral, L. Alsedà, J. Sardanyés, Sci. Rep. 8(11783), (2018).

[2] A. Corral. Chaos: An Interdisciplinary Journal of Nonlinear Science 35, 1 (2025).

[3] Daniel A. Martin, Qian-Yuan Tang, Dante R. Chialvo, arXiv:2505.24673, enviado a Phys. Rev. Research (2025).

Miércoles 17 15:40 – 16:00 hs

Aula -202, CPSK

Asamblea de la División de Mecánica Estadística, Física no-lineal y Sistemas Complejos

Partículas y Campos

Martes 16 14:00 – 14:15 hs

Aula -201, CPSK

SWGO: un nuevo observatorio para explorar el cielo austral en rayos gamma.

Hansen Patricia María¹, Swgo Colaboration²

¹ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Universidad Nacional de La Plata (UNLP), Instituto de Física de La Plata (IFLP) Ciudad de La Plata

² SWGO collaboration

El Southern Wide-field Gamma-ray Observatory (SWGO) es un proyecto internacional en desarrollo que tiene como objetivo construir un nuevo observatorio de rayos gamma de muy alta energía en el hemisferio sur. Su diseño se basa en detectores Cherenkov de agua dispuestos a gran altitud, lo que permitirá monitorear el cielo en forma continua y con un amplio campo de visión. Esto lo convierte en una herramienta complementaria a los telescopios Cherenkov actuales, con capacidad para estudiar fenómenos transitorios y fuentes extendidas en el rango del TeV. El sitio seleccionado para su instalación es Pampa la Bola, en el altiplano chileno.

La astronomía gamma desde tierra se ha consolidado como una herramienta fundamental para explorar fenómenos extremos del universo. Si bien los telescopios Cherenkov atmosféricos han liderado este campo, los detectores de partículas a nivel del suelo —como HAWC y LHAASO— han demostrado ser una alternativa igualmente poderosa, con especial eficacia por encima de algunas decenas de TeV y capacidad de acceso al dominio del PeV. SWGO será el primer observatorio de estas características en el hemisferio sur y permitirá cubrir una región del cielo hasta ahora inexplorada con este tipo de instrumentos. En esta charla presentaré los objetivos científicos del observatorio, su diseño conceptual y el estado actual del proyecto.

Martes 16 14:15 – 14:30 hs

Aula -201, CPSK

Agujeros negros y relojes físicos en Teoría Cuántica de Lazos

Eyheralde Sastre¹, Gambini Rodolfo¹

¹ Universidad de la República de Uruguay (UDELAR)

La reducción del problema de gravedad cuántica a simetría esférica ha permitido la cuantización por métodos de Teoría Cuántica de Lazos de agujeros negros. Esto ha llevado a resultados conocidos como la sustitución de la singularidad por una región de rebote (análoga al *big bounce* en Cosmología Cuántica de Lazos). Sin embargo, la inclusión de materia interactuante (incluso en el caso esféricamente simétrico) sigue siendo un problema muy desafiante. Aquí presentamos un trabajo reciente en colaboración con Rodolfo Gambini, enmarcado en una propuesta de Gambini y Pullin [1-3], para tratar este problema usando un campo escalar que actúa como reloj físico, lo cual permite evitar el problema del álgebra de vínculos (principal obstáculo para la cuantización) vía fijación de gauge. Un aspecto saliente de este enfoque es la descripción del sistema cuántico mediante un *Hamiltoniano verdadero*. En particular, en este trabajo estudiamos la contribución gravitacional a dicho Hamiltoniano, más allá del límite de parámetro de polimerización nulo y fuera de la región asintótica.

[1] Gambini R., Pullin J. Class.Quant.Grav. 40 (2023) 8, 085016.

[2] Gambini R., Pullin J. Class.Quant.Grav. 40 (2023) 24, 245009.

[3] Gambini R., Pullin J. Universe 10 (2024) 2, 77.

Martes 16 14:30 – 14:45 hs

Aula -201, CPSK

Búsqueda de anisotropías en las direcciones de arribo de rayos cósmicos de ultra-alta energía detectados en el Observatorio Pierre Auger

Dominguez Tomas¹, Golup Geraldina¹

¹ Instituto Balseiro (IB) San Carlos de Bariloche, Centro Atómico Bariloche (CAB) San Carlos de Bariloche, Universidad Nacional de Cuyo (UNCuyo) Mendoza Capital, Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) Nuñez

En el contexto de la física de rayos cósmicos de ultra-alta energía, dos de las preguntas más importantes de las que aún no se tiene respuesta son ¿de dónde provienen? y ¿cuál es su composición?. El Observatorio Pierre Auger tiene como misión responder a estas y otras preguntas. Con su última actualización instrumental, AugerPrime, sumado al uso de herramientas de Machine-Learning y un método basado en el concepto de universalidad de las cascadas atmosféricas, el Observatorio busca tener información evento por evento de parámetros sensibles a la composición de los rayos cósmicos, utilizando los detectores de superficie que funcionan el 100% del tiempo. Actualmente esta información se obtiene con los detectores de fluorescencia que solo funcionan el 15% del tiempo. Conocer información sobre la composición de los rayos cósmicos permitiría estudiar aquellos con la mayor rigidez (energía/carga), los cuales son los que sufren menos deflexión en los campos galácticos y extragalácticos, y por lo tanto los que contienen mayor información sobre sus fuentes de origen. En este contexto, este trabajo está centrado en cómo aprovechar esta información en la búsqueda de anisotropías en las direcciones de arribo que permitan conocer más sobre la distribución y naturaleza de las posibles fuentes de rayos cósmicos. Para esto, se desarrollan simulaciones que contemplan desde posibles distribuciones de fuentes extragalácticas, el espectro y composición con el que son emitidos los rayos cósmicos, su propagación en el medio interestelar, incluyendo posibles cambios de composición y energía, y deflexiones en los campos magnéticos, hasta su interacción con la atmósfera de la Tierra. Estos escenarios simulados permiten evaluar el uso de herramientas estadísticas en la búsqueda de anisotropías y estudiar cómo varían los resultados en función de su composición, en particular su rigidez, y de las posibles fuentes extragalácticas. Así, el trabajo aporta herramientas y resultados que pueden ser relevantes para futuras búsquedas de anisotropías en los datos de Auger, en particular al integrar la nueva información obtenida gracias a AugerPrime.

Martes 16 14:45 – 15:00 hs

Aula -201, CPSK

Condiciones de juntura de soluciones impropias en gravedad $f(T)$

Gargano Juan^{1 2}, Bejarano Cecilia^{1 2}, Fiorini Franco³

¹ Instituto de Astronomía y Física del Espacio (IAFE), (CONICET-UBA)

² Universidad de Buenos Aires (UBA), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Departamento de Física

³ Centro Atómico Bariloche (CAB), Grupo de Comunicaciones Ópticas, Departamento de Ingeniería en Telecomunicaciones (CONICET) e Instituto Balseiro (UNCUYO)

La Gravedad Teleparalela (GT) [1] describe la interacción gravitatoria a través de la torsión de una conexión plana. El campo dinámico es la tétrada (en $3 + 1$ dimensiones), una colección de vectores que forman un marco Minkowski-ortonormal en todo el espacio-tiempo. Dentro de la GT, se destaca el Equivalente Teleparalelo de la Relatividad General (ETRG) [2], la teoría que surge de tomar como lagrangiano al escalar de Weitzenböck T , una cantidad cuadrática en derivadas de la tétrada, que difiere de la curvatura escalar en una divergencia total. De esta manera, se obtiene una descripción equivalente a la de la RG donde no hay curvatura, y la

gravedad se canaliza a través de la torsión. En el ETRG, la tétrada tiene los mismos grados de libertad que la métrica, debido a la simetría plena ante transformaciones de Lorentz locales. Esta simetría no se manifiesta a nivel de la acción, aunque sí en las ecuaciones dinámicas, ya que el lagrangiano da a lugar términos de borde ante este tipo de transformaciones. La gravedad $f(T)$ [3-4] consiste en generalizar el lagrangiano del ETRG, mediante una función arbitraria del escalar de Weitzenböck. En estas teorías, la simetría local se encuentra comprometida, ya que los términos de borde que se generan quedan atrapados en la función a considerar, dando lugar a variaciones no triviales [5]. Este trabajo se desarrolla en este contexto, centrándonos en las soluciones que tienen T constante y que conducen a la misma métrica que resuelve las ecuaciones de la RG, soluciones que denominamos impropias, puesto que no modifican la dinámica [6]. Estas tétradas resuelven las ecuaciones de campo para una familia amplia de funciones f , que contienen al ETRG, por lo que resultan un medio adecuado para estudiar soluciones no deformadas, pero que se encuentran afectadas por la pérdida de la invariancia local. En este trabajo se establecen las condiciones de juntura (CJ) [7-9] apropiadas para estas soluciones, expresadas en términos intrínsecos y covariantes, y se implementan en modelos de colapso en $2 + 1$ dimensiones, y para estudiar el exterior de una estrella estática inmersa en un fondo cosmológico (Einstein-Straus). Además de reobtenerse las condiciones correspondientes al tratamiento de la RG, surgen otras que impactan a nivel de los marcos. Se espera que las CJ en el caso libre de fuentes sobre la juntura sean también fructíferas en contextos más generales.

[1] K Hayashi y T Shirafuji, Phys. Rev. D 19 (1979) 3524.

[2] Hl Arcos and JG Pereira, Int. J. Mod. Phys. D 13 (2004) 2193.

[3] R Ferraro y F Fiorini, Phys. Rev. D 75 (2007) 084031.

[4] R Ferraro, AIP Conf. Proc. 1471 (2012) 103. Ed. por J Alcaniz, S Carneiro, LP Chimento, S Del Campo, JC Fabris, JAS Lima y W Zimdahl.

[5] TP Sotiriou, B Li y JD Barrow, Phys. Rev. D 83 (2011) 104030.

[6] R Ferraro y F Fiorini, Phys. Rev. D 78 (2008) 124019.

[7] Á de la Cruz-Dombriz, PK Dunsby y D Sáez-Gómez, J. Cosmol. Astropart. Phys. 2014 (2014) 048.

[8] J Velay-Vitow y A DeBenedictis, Phys. Rev. D 96 (2017) 024055.

[9] F Fiorini y M Onetto, Phys. Rev. D 103 (2021) 084051.

Martes 16 15:00 – 15:15 hs

Aula -201, CPSK

Señales de radio inducidas por rayos cósmicos: análisis de las incertidumbres en la estimación de observables, asociadas al modelo de simulación

Cruz Sanchez Carlo Salvatore^{1 2}, Hansen Patricia M.^{1 2}, Tueros Matias^{1 2}, Alvarez-muniz Jaime³, Melo Diego G.⁴

¹ Instituto de Física de La Plata (IFLP) Ciudad de La Plata

² Universidad Nacional de La Plata (UNLP) Ciudad de La Plata

³ Instituto Galego de Física de altas Enerxias (IGFAE), Univ. de Santiago de Compostela

⁴ Instituto de Tecnologías en Detección y Astropartículas (ITeDA) San Martin

La detección de lluvias atmosféricas extensas (EAS) inducidas por rayos cósmicos mediante señales de radio ha experimentado avances significativos en las últimas dos décadas. Numerosos experimentos de rayos cósmicos de ultra alta energía registran rutinariamente pulsos de radio en el rango de frecuencias de MHz a GHz, emitidos por estas lluvias. La simulación Monte Carlo de dichos pulsos es fundamental para reconstruir con precisión la energía primaria del rayo cósmico e inferir su composición. En este trabajo se presenta una comparación detallada del campo eléctrico predicho en lluvias simuladas con COREAS y ZHAIRES, los dos programas

de simulación de radio más ampliamente utilizados en el área, con el objetivo de estimar las incertidumbres sistemáticas asociadas a los modelos de simulación en la determinación de dos observables clave: la energía electromagnética y la profundidad máxima de desarrollo de la lluvia (X_{\max}).

Para ello, se emplearon parámetros de entrada y configuraciones lo más similares posible en ambos programas, incluyendo un mismo perfil de índice de refracción atmosférico dependiente de la altitud, esencial para una predicción precisa de la emisión de radio. Además, se seleccionaron eventos simulados con valores similares de X_{\max} . Los resultados muestran un buen acuerdo entre COREAS y ZHAIREs, con discrepancias en las componentes dominantes del campo eléctrico generalmente por debajo del 10 % en el rango de frecuencias de unos pocos MHz a cientos de MHz —relevante para la mayoría de los experimentos de detección de radio—, lo que se traduce en incertidumbres inferiores al 5 % en la estimación de la energía y de aproximadamente 10 g/cm² en X_{\max} . Para la reconstrucción de este último observable, se aplicó un factor de escala al perfil lateral de la señal para mitigar diferencias en la energía electromagnética total y mejorar la sensibilidad en la determinación de X_{\max} .

Estos resultados permiten validar y comprender mejor las diferencias entre modelos de simulación ampliamente utilizados, fortaleciendo la confiabilidad de las reconstrucciones basadas en radio en experimentos actuales y futuros.

Martes 16 15:15 – 15:30 hs

Aula -201, CPSK

Radiación electromagnética y conservación de la energía en espaciotiempos asintóticamente planos y tipo de Sitter

Zalduendo Iñaki¹, Silva Guillermo Ariel^{1 2}

¹ Instituto de Física de La Plata (IFLP) Ciudad de La Plata, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) Palermo

² Universidad Nacional de La Plata (UNLP) Ciudad de La Plata, Departamento de Física

La idea de ley de conservación tiene una larga y profunda historia, siendo un concepto transversal a todas las áreas de la física. A nivel matemático, las leyes de conservación están profundamente conectadas con la existencia de transformaciones de simetría continuas en el principio variacional. Este hecho crucial fue elucidado por Emmy Noether en 1918 [1].

En general, solemos identificar a la energía como la carga conservada asociada a la invariancia frente a traslaciones temporales. En la década del '60 Bondi, van der Burg, Metzner y Sachs (BMS), introdujeron la noción de simetría asintótica que permitió estudiar situaciones de radiación en espaciotiempos asintóticamente planos [2]. Uno de los resultados más importantes de sus trabajos fue la ecuación de balance de energía que muestra que la masa de un sistema gravitatorio decrece en el tiempo en presencia de radiación. La generalización de las ideas de BMS al electromagnetismo, donde la dinámica está determinada por las ecuaciones de Maxwell, ha sido estudiada en los últimos años [3-5].

En la charla discutiré las generalizaciones de los resultados anteriores a espaciotiempos con constante cosmológica positiva (a.k.a tipo de Sitter) [6]. En particular discutiré distintas ideas asociadas a la noción de energía en espacio plano y espacio de de Sitter. Mostraré las similitudes y profundas diferencias entre dichos espacios. Discutiremos en detalle el flujo de radiación electromagnética y la conservación de energía en espacios con bordes y, finalmente, definiremos el tensor de News en el contexto electromagnético.

[1] E. Noether, Nachrichten Kgl. Ges. d. Wiss. z. Göttingen, Math.-phys. Kl. 2 (1918).

[2] H. Bondi, M. G. J. Van der Burg and A. W. K. Metzner, Proc. Roy. Soc. Lond. A 269, 21 (1962); R. K. Sachs, Phys. Rev. 128 (1962).

- [3] González, H. A., Labrin, O. y Miskovic, O. Journal of High Energy Physics 6, 165 (2023).
- [4] González, H. A., Labrin, O. y Miskovic, O. Phys. Rev. D 111, 025011 (2025).
- [5] Strominger, A. "Lectures on the Infrared Structure of Gravity and Gauge Theory" ISBN: 9780691179735 (2018).
- [6] Bonga, B., Bunster, C. y Pérez, A. Phys.Rev.D 108, 064039 (2023).

Martes 16 15:30 – 15:45 hs

Aula -201, CPSK

Experimento CONNIE: Estado actual y próximos desafíos.

Pérez Delfina¹, Experimento Connie¹

¹ Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN), Laboratorio LAMBDA

El experimento CONNIE (Coherent Neutrino-Nucleus Interaction Experiment) está ubicado a 30 metros del núcleo del reactor nuclear Angra-2, en Río de Janeiro, Brasil. Su objetivo es detectar dispersión coherente neutrino-núcleo (CEvNS) producida por antineutrinos electrónicos del reactor y buscar señales de física más allá del Modelo Estándar. En su fase inicial, usando CCDs (Charge-Coupled Devices) convencionales, CONNIE estableció un límite superior para la detección de CEvNS unas 40 veces por encima de la predicción del Modelo Estándar, con un nivel de confianza del 95 %. Este resultado permitió imponer los límites más restrictivos a nivel internacional para modelos con mediadores vectoriales livianos o escalares débiles [1-3]. En 2021 se incorporó una nueva tecnología basada en detectores Skipper-CCD que permite alcanzar ruidos de lectura sub-electrónicos gracias a la posibilidad de realizar múltiples lecturas de la carga en cada píxel sin destruirla [4-5]. Con esta mejora, se logró reducir el umbral de detección a tan solo 15 eV, el más bajo alcanzado en experimentos de CEvNS hasta el momento, con un espectro de fondo plano y una tasa aproximadamente cinco veces menor que la obtenida con CCDs convencionales. Recientemente, se instaló un nuevo módulo, denominado Multi-Chip Module (MCM), que integra 16 sensores Skipper-CCD operando en simultáneo [6]. Esta incorporación convirtió a CONNIE en el primer experimento de física de partículas en implementar dicha tecnología que, mediante el sistema de lectura único, reduce la complejidad del montaje. Actualmente, 9 sensores del MCM instalado se encuentran operando en óptimas condiciones, representando un aumento de la masa efectiva del experimento en un factor tres en comparación a la instalación previa de los Skipper-CCDs. Una vez validados los resultados de la instalación de este único MCM, se espera poder aumentar significativamente la masa activa del experimento mediante la incorporación de nuevos MCMs. En esta presentación, se discutirán los principales logros de CONNIE hasta la fecha y se mostrará el desempeño alcanzado con esta nueva tecnología.

- [1] CONNIE Collaboration, Aguilar-Arevalo A. et al., Phys. Rev. D 100 092005 (2019).
- [2] CONNIE Collaboration, Aguilar-Arevalo A. et al., J. High Energ. Phys. 2020, 54 (2020).
- [3] CONNIE Collaboration, Aguilar-Arevalo A. et al., J. High Energ. Phys. 2022, 17 (2022).
- [4] Janesick J. et al, Proc. SPIE 1242, Charge-Coupled Devices and Solid State Optical Sensors, (1990).
- [5] Tiffenberg J. et al, Phys. Rev.Lett. 119, 131802 (2017).
- [6] CONNIE Collaboration, Aguilar-Arevalo A. et al., arXiv:2403.15976 [hep-ex], FERMILAB-PUB-24-0714-PPD (2024).

Martes 16 15:45 – 16:00 hs

Aula -201, CPSK

Modelos hidrodinámicos de recalentamiento

Elia Juan Pablo^{1 2}, Mirón Granese Nahuel^{2 3}, Cantarutti Lucas¹, Calzetta Esteban^{1 2}

¹ Instituto de Física de Buenos Aires (IFIBA) Belgrano

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) Palermo

³ *Universidad Nacional de La Plata (UNLP) Ciudad de La Plata*

El período de Recalentamiento cosmológico constituye una etapa fundamental en la historia del Universo, en la que la energía responsable de la expansión acelerada durante la inflación se transfiere al plasma caliente, fijando las condiciones iniciales para la era de radiación. A pesar de su relevancia, su estudio presenta grandes desafíos, ya que los procesos dominantes ocurren a escalas muy pequeñas y, en particular, durante esta etapa debe producirse la termalización de todos los componentes del Modelo Estándar de la física de partículas. Los modelos actuales, basados en teoría de campos, fallan en describir este proceso de termalización, que sigue siendo muy poco comprendido.

En este trabajo se desarrolla un modelo hidrodinámico que describe de forma efectiva la dinámica durante el recalentamiento. Estos modelos hidrodinámicos son capaces de capturar de manera consistente las leyes de conservación y la Segunda Ley de la Termodinámica. La motivación para su uso proviene, en parte, del notable éxito alcanzado en la descripción de la evolución del plasma de quarks y gluones en colisiones de iones pesados, incluso en situaciones alejadas del equilibrio. Aquí proponemos un modelo hidrodinámico para la etapa temprana del recalentamiento, enfocado en la emisión de ondas gravitatorias. Se trabaja con el condensado del inflatón acoplado al fluido relativista, que describe la componente inhomogénea del inflatón y el resto de contenido de materia del universo, que a su vez actúa como fuente de las ondas gravitatorias. Los resultados muestran que los modelos hidrodinámicos pueden servir como complemento fenomenológico de las simulaciones, abriendo el camino a descripciones más realistas que incluyan todos los modos inhomogéneos, espectros de masas, campos gauge de largo alcance, retroacción gravitatoria y, en última instancia, el propio proceso de termalización.

Miércoles 17 14:00 – 14:15 hs

Aula -201, CPSK

Perspectivas en física de altas energías con el LHC de Alta Luminosidad (HL-LHC)

Wahlberg Hernan¹

¹ *Instituto de Física de La Plata (IFLP) Ciudad de La Plata*

El inicio de la fase de Alta Luminosidad del LHC (HL-LHC), previsto para 2030, marcará una nueva etapa en la exploración de frontera en la física de altas energías. Los experimentos del CERN desempeñarán un papel central en la búsqueda de una comprensión más profunda de la naturaleza fundamental, ampliando los límites del conocimiento actual. En esta charla se presentan las proyecciones de las medidas de precisión y búsqueda de nueva física, donde estos experimentos establecerán el estado del arte y abrirán oportunidades únicas de descubrimiento en las próximas décadas.

Miércoles 17 14:15 – 14:30 hs

Aula -201, CPSK

Corrección en la estimación de carga para los detectores de muones del Observatorio Pierre Auger

Filardi Lucas¹, Iannucci Santiago¹

¹ *Instituto de Tecnologías en Detección y Astropartículas (ITeDA), Universidad de Buenos Aires (UBA), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN), Departamento de Física*

El Observatorio Pierre Auger [1] estudia los rayos cósmicos de ultra alta energía ($> 10^{18} \text{eV}$) que desencadenan lluvias de partículas al interactuar con la atmósfera terrestre. Haciendo uso de un sistema de detección multi híbrido busca inferir propiedades del rayo cósmico primordial, como

su masa, energía y ángulo de incidencia. Para medir exclusivamente la componente hadrónica de la lluvia, se hace uso de los detectores de muones [2] enterrados a 2.3m de profundidad.

Para señales de alta densidad de muones, el detector hace uso de un modo de adquisición llamado integrador. Este modo presenta una característica conocida como undershoot, que consiste en que la señal, luego de una detección, cae a valores inferiores a la línea base del detector. Esto dificulta la correcta determinación de la carga depositada por detecciones secundarias, ya que estas no se superponen con la línea de base original, sobre la cual normalmente se realiza la integración de carga, sino que se encuentran en la región afectada por el undershoot. Como consecuencia, se subestima la carga depositada por los muones detectados.

En este trabajo se presentará el algoritmo de determinación de línea de base para la zona de undershoot, desarrollado con simulaciones y puesto a prueba con mediciones del Observatorio. Con esta nueva línea de base se logra recuperar 10% de carga que era desestimada anteriormente. También se evidenciará la presencia de undershoot durante el proceso de carga, lo que motivó el desarrollo de un algoritmo de interpolación basado en trabajos anteriores sobre otros detectores del Observatorio para tener en cuenta dicho efecto, y mejorar la determinación de la carga. Finalmente, se presentarán resultados sobre la estabilidad temporal de los detectores, tanto de las detecciones como del ruido propio de la señal, con mediciones a lo largo de siete años.

[1] The Pierre Auger Cosmic Ray Observatory, NIM-A 798, 2015, 172-213, ISSN 0168-9002

[2] The Pierre Auger collaboration et al., JINST 16, 2021, P04003.

Miércoles 17 14:30 – 14:45 hs

Aula -201, CPSK

Interacción de Van der Waals a cortas y largas distancias: de la teoría de perturbaciones estacionaria a la dependiente del tiempo

Saba Lautaro¹, Fosco César¹

¹ *Instituto Balseiro, Universidad Nacional de Cuyo (UNCuyo), Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA)*

La interacción de Van der Waals entre átomos neutros es un fenómeno independiente del tiempo, adecuado para ser descrito mediante la teoría de perturbaciones estacionaria de la Mecánica Cuántica. Las derivaciones estándar usualmente siguen ese enfoque, pero solo en el límite de London, recurriendo en cambio a tratamientos semi-clásicos dependientes del tiempo para abordar el régimen de largas distancias.

En este trabajo, cerramos esa dicotomía mostrando cómo la teoría de perturbaciones estacionaria puede aplicarse en ambos regímenes.

También mostramos cómo una reformulación directa del cálculo estacionario como uno dependiente del tiempo simplifica significativamente el tratamiento matemático, al mismo tiempo que proporciona perspectivas adicionales.

Miércoles 17 14:45 – 15:00 hs

Aula -201, CPSK

Diseño y caracterización de cortes de calidad en la búsqueda de materia oscura con Skipper-CCD

Rodríguez Juiz Delfina¹, Winkel Federico^{1 2}, Rodrigues Ferreira Maltez Dario Pablo^{1 2}, Tiffenberg Javier¹

¹ *Universidad de Buenos Aires (UBA) San Nicolas, FCEN - Departamento de Física - LAMBDA*

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

A fin de buscar física más allá del modelo estándar, la física de partículas intenta conti-

nuamente mejorar la sensibilidad de sus experimentos para así poder explorar diversas teorías postuladas. Esto puede referirse tanto al origen y la composición de los rayos cósmicos ultra energéticos, como a las propiedades fundamentales de los neutrinos, o a la naturaleza de la materia oscura. En relación a esto último, el experimento SENSEI produjo, durante los últimos 8 años, el mejor límite de exclusión a la existencia de materia oscura liviana (10 MeV - 1 GeV) usando unos pocos gramos de silicio gracias a la tecnología Skipper-CCD.

A diferencia de un CCD (Charge-Coupled-Device) tradicional, estos dispositivos permiten leer la carga en cada píxel tantas veces como se desee, logrando así un ruido de lectura subelectrónico. Eso, sumado a su ultra bajo nivel de corriente oscura (del orden de 10^{-5} electrones por píxel por día) y una energía de *band gap* del silicio de 1.2 eV, da lugar a un ultra bajo umbral de detección. Esto es lo que hace tan competitiva la búsqueda de materia oscura por detección directa mediante la interacción materia oscura-electrón del sensor.

Los resultados de experimentos que utilizan CCD consisten en múltiples imágenes de millones de píxeles cada una, de los cuales se conoce el valor de la carga que contienen. En este trabajo el foco está puesto en contar cómo se diseñan cortes de calidad sobre estas imágenes para mejorar la sensibilidad de los experimentos. En particular, se detallará el corte de calidad denominado *Low energy cluster*, que es empleado en el análisis del experimento SENSEI para vetar píxeles que se encuentran a menos de una dada distancia de los píxeles que conforman un cluster, reduciendo aproximadamente un 50% la exposición efectiva del experimento. Se explicarán nuevas propuestas diseñadas especialmente para reemplazarlo, apuntando a mejorar la sensibilidad global.

Una de ellas consistió en calcular un equivalente a un valor de pseudo-campo eléctrico ($E(r) = k \frac{q^\alpha}{r^\beta}$) a cada píxel, a fin de imponer cortes de calidad basados en pocos parámetros. Por otro lado, se implementó un estadístico basado en la distancia entre eventos para imágenes simuladas vía Montecarlo bajo la hipótesis de homogeneidad de eventos de materia oscura, para luego comparar esa distribución conocida con la de las imágenes reales. Así se obtiene, evento por evento, un p-valor que indica qué tan probable es observar los eventos donde se encontraron o en distribuciones más inhomogéneas bajo la hipótesis de que se trata de materia oscura débilmente interactuante. La última propuesta se basa en un test de hipótesis frecuentista, en el cual se obtiene el valor de un estadístico por región de la imagen a analizar. Dependiendo del valor de tal estadístico, la región de la imagen puede eliminarse o no del análisis. Este estadístico también se rige bajo la hipótesis de homogeneidad de eventos de materia oscura, por lo que excluye zonas del detector que presentan un número sospechosamente alto de eventos no consistentes con la mencionada hipótesis.

Miércoles 17 15:00 – 15:15 hs

Aula -201, CPSK

Simetrías y medidas de entrelazamiento

Arias Malen Maria¹, Huerta Marina¹, Rotaru Andrei², Tonni Erik²

¹ Centro Atómico Bariloche (CAB) San Carlos de Bariloche

² SISSA y INFN Sezione di Trieste

El estudio de la entropía de entrelazamiento y la información mutua en teoría cuántica de campos ha permitido explorar la estructura de teorías con simetrías locales o globales, evidenciando propiedades no triviales asociadas a su formulación. En particular, cuando estas simetrías restringen las teorías a operadores invariantes (teorías incompletas), el enfoque algebraico de campos resulta fundamental. Desde esta perspectiva, estos modelos se caracterizan por violar la dualidad de Haag, propiedad que sí satisfacen las teorías completas. Esta violación deriva en nuevos términos topológicos en el cálculo de la entropía de entrelazamiento y otras medidas de información. En este trabajo, se estudian las consecuencias de estas simetrías en la negatividad logarítmica.

La negatividad es una medida de entrelazamiento fácil de computar sensible a la presencia de entrelazamiento cuántico en estados mezcla.

En particular, se estudia la corriente quiral $U(1)$ en $(1+1)$ dimensiones para un sistema formado por dos intervalos disjuntos, donde se viola la dualidad de Haag. Se estudió esta medida en la red y en el continuo. Se encontró que a pequeñas distancias presenta un término topológico al igual que las entropías de Renyi.

Además, para el límite de regiones complementarias, la negatividad se asocia a la Renyi $\frac{1}{2}$. Se encontró que incluso en esta teoría ambas medidas coinciden en el orden principal.

Miércoles 17 15:15 – 15:30 hs

Aula -201, CPSK

Materia oscura y controversia: una nueva estrategia experimental con cristales de NaI

Varela M B^{1 2}, Cababie M^{3 4}, Shera K², Schäffner K², Rodrigues D^{1 5}

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

² *Max-Planck-Institut für Physik, 85748 Garching - Germany*

³ *Institut für Hochenergiephysik der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, 1050 Wien - Austria*

⁴ *Atominstitut, Technische Universität Wien, 1020 Wien - Austria*

⁵ *Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) Palermo, Universidad de Buenos Aires (UBA) San Nicolas, Instituto de Física de Buenos Aires (IFIBA) Belgrano*

COSINUS (Cryogenic Observatory for Signatures seen in Next-generation Underground Searches) es un experimento diseñado para realizar una verificación modelo-independiente de la señal periódica reportada por DAMA/LIBRA en la detección directa de materia oscura [1]. A diferencia de DAMA/LIBRA, que solo mide luz de centelleo, COSINUS utiliza detectores criogénicos capaces de registrar simultáneamente fonones y luz en cristales de yoduro de sodio (NaI), operados a temperaturas del orden de 10 mK. Esta técnica permite una eficiente discriminación evento por evento entre señales de fondo y potenciales interacciones de materia oscura [2]. Una innovación clave del diseño es la arquitectura remoTES (remote Transition Edge Sensor), en la cual el sensor se deposita sobre un sustrato separado, térmicamente acoplado al cristal. Esto evita el contacto directo con el NaI, altamente higroscópico y con bajo punto de fusión, lo que representa una ventaja significativa en términos de fabricación y manipulación [3]. La presentación abordará el funcionamiento general del experimento, que se llevará a cabo en el Laboratori Nazionali del Gran Sasso (LNGS, L'Aquila), así como el estado actual del desarrollo de los detectores y sus principales desafíos técnicos, desarrollados en el Max Planck Institute for Physics (MPP, Múnich). Se discutirá además la optimización del diseño —incluyendo el área colectora de fonones y el acoplamiento térmico entre componentes— y el rol de COSINUS dentro del panorama experimental actual, en particular su potencial para resolver una de las controversias más persistentes en el campo.

[1] R. Bernabei et al., Moscow Univ. Phys. Bull. 77, 291–300 (2022).

[2] G. Angloher et al., Phys. Rev. D 109, 082003 (2024).

[3] G. Angloher et al., Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. A 1045, 167532 (2023).

Miércoles 17 15:30 – 15:45 hs

Aula -201, CPSK

Experimentos compactos en física de partículas desde Sudamérica

Rodrigues D^{1 2}, Colaboracion Atucha .³, Colaboración Connie .³

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

(FCEN) Belgrano, Departamento de Física, LAMBDA

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) Palermo

³ Varias instituciones

Habitualmente, los detectores utilizados en experimentos de vanguardia en física de partículas requieren grandes instalaciones y consorcios de varios países. Sin embargo, la tecnología Skipper-CCD, con un umbral de detección tan bajo como 1.1 eV, permite imponer las cotas más competitivas a nivel mundial en diferentes modelos de física más allá del modelo estándar con experimentos de pequeña escala. El Laboratorio Argentino de Mediciones de Bajo umbral de Detección y sus Aplicaciones (LAMBDA), opera varios de estos sensores con diferentes objetivos, que van desde física de neutrinos, búsqueda de materia oscura hasta óptica cuántica. En esta charla, luego de una breve descripción de la tecnología Skipper-CCD, se mostrará un ejemplo concreto de su potencial para explorar nueva física con experimentos de pequeña escala. Se presentarán los límites de exclusión más competitivos a nivel mundial para partículas de carga fraccionaria producidas en reactores nucleares [1]. Este resultado fue obtenido a partir de un análisis conjunto entre un experimento compacto instalado dentro Atucha II y CONNIE, su equivalente en Angra II (Brasil). Se mencionarán, además, los resultados obtenidos en aceleradores de partículas [2], así como los avances en la búsqueda de materia oscura liviana [3].

[1] Phys. Rev. Lett. 134, 071801 (2025).

[2] Phys. Rev. Lett. 133, 071801 (2024).

[3] Phys. Rev. Lett. 134, 011804 (2025).

Miércoles 17 15:45 – 16:00 hs

Aula -201, CPSK

Cierre de presentaciones orales de la División de Partículas y Campos

COMUNICACIONES MURALES

ATMÓSFERA, TIERRA Y AGUA

Martes 16 y Miércoles 17 17:00 - 18:30 hs.

Sala Pettoruti, TACPA

Pósters impares se exhiben Martes 16 y pósters pares Miércoles 17

001. Caracterización del AOD observado en Montevideo mediante modelado de Mie: cuantificación de las contribuciones según origen

Agesta Alejandro^{1 2}, Frins Erna^{1 2}

¹ Sociedad Uruguaya de Física (SUF)

² Universidad de la República de Uruguay (UDELAR)

En este trabajo presentamos un procedimiento basado en el modelado de Mie que estima las contribuciones al espesor óptico de aerosoles (AOD) medido en el sitio AERONET Montevideo FING (2020–2023) [1] según las tres fuentes locales más probables por su ubicación: aerosoles marinos, urbanos y humo de quema de biomasa [2]. El método consiste en un ajuste por mínimos cuadrados que compara el AOD observado por AERONET con el AOD espectral calculado a partir de distribuciones modales representativas de cada fuente, extraídas de las tablas LUT (Look Up Table) de MODIS para diferentes fuentes de aerosoles [3]. El ajuste determina los coeficientes de mezcla que reproducen simultáneamente la magnitud y la forma espectral del AOD en siete longitudes de onda comprendidas entre 340 y 1020 nm. La estrategia es obtener el valor de los coeficientes por medio de iteraciones: tras estimar las proporciones iniciales, se recalculan los coeficientes de extinción de las fracciones dependientes del AOD (urbanos, humo y marinos) y se repite el ajuste con los pesos obtenidos en la iteración anterior, hasta alcanzar la convergencia suponiendo que es posible generar esta clasificación [4]. Esta estrategia es similar a la usada para diferenciar el espesor óptico por partículas finas y gruesas por AERONET [5]. A partir de este procedimiento se obtienen coeficientes de correlación superiores a 0.95 en todas las bandas, con un error cuadrático medio inferior a 0.01. Para el análisis presentado se emplearon datos de nivel 2.0 de AERONET, complementados con datos meteorológicos de reanálisis de ERA5 (dirección del viento) y columnas de CO y NO_2 troposférico de TROPOMI. Se analizaron los datos del período 2020-2023 y se logra identificar eventos de transporte de humo, como el del 24 de noviembre de 2020 [6], donde la presencia de humo explica casi la totalidad del AOD observado, y el incendio del 14 de enero de 2022 al oeste de Montevideo, reflejado en un marcado aumento del componente de humo. Al relacionar las proporciones de cada fuente con la dirección del viento se observa un AOD marino máximo con vientos del sudeste y un AOD urbano predominante con vientos del noroeste, en concordancia con la ubicación del fotómetro. Los resultados constituyen la primera serie de AOD identificando la fuente de origen para el estuario del Río de la Plata obtenida mediante fotometría solar terrestre. Este nuevo método puede aplicarse a otros sitios de AERONET si cuentan con una estimación preliminar de las fuentes principales y contribuiría a la generación de series históricas.

[1] B. N. Holben *et al.*, Remote Sensing of Environment 66 (1998) 1.

[2] R. C. Levy, L. A. Remer and O. Dubovik, Journal of Geophysical Research 112 (2007) D13210.

[3] J. M. Jackson, H. Liu, I. Laszlo, S. Kondragunta, L. A. Remer, J. Huang and Ho-Chun Huang, Journal of Geophysical Research: Atmospheres 118 (2013) 12673.

[4] A. H. Omar *et al.*, Journal of Geophysical Research 110 (2005) D10S14.

[5] N. T. O'Neill *et al.*, Journal of Geophysical Research 108 (2003) 4559.

[6] M. Osorio *et al.*, Atmospheric Chemistry and Physics 24 (2024) 7447.

002. Ovalos aurales y tormentas geomagnéticas intensas: evaluación

de modelos teóricos, empíricos y numéricos

Algañaraz Iker Gael¹, Lozano Salica Gaston Abraham¹, Di Primio Octavio Cesar¹, Elias Ana Georgina^{1 2 3}

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

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

³ *INFINOA, CONICET- Universidad Nacional de Tucuman (UNT), Tucuman, Argentina*

Los óvalos aurales representan las regiones donde ocurre con mayor frecuencia la precipitación de partículas energéticas que generan las auroras. Su posición y área son afectados por cambios en el campo magnético intrínseco de la Tierra y por las condiciones del viento solar. En este trabajo se analiza la extensión de los óvalos aurales durante intensificaciones del viento solar que resultan en tormentas geomagnéticas intensas, utilizando diferentes modelos para estimar las latitudes que los delimitan en ambos hemisferios. Uno de ellos es un modelo 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. El otro es el modelo experimental de Starkov basado en el índice Kp. Y por último el modelo semiempírico de Tsyganenko basado en simulaciones numéricas. Este análisis permite evaluar las diferencias en la predicción de la expansión auroral según el tipo de modelo utilizado, y aporta elementos para comprender la dinámica del acoplamiento Sol-Tierra. La relevancia de este estudio reside en que los óvalos aurales se asocian con perturbaciones electromagnéticas y con la precipitación de partículas energéticas que pueden afectar satélites y otros sistemas tecnológicos.

003. Estudio de la adsorción de CH_4 , CO_2 , H_2S , H_2O , H_2 , N_2 , CO , S y As sobre una nanolámina de grafeno decorada con un grupo hemo, mediante la Teoría del Funcional de la Densidad

Oviedo Claudio¹, Gómez Avila Jenny¹, Bonzi Edgardo¹, Grad Gabriela¹

¹ *Facultad de Matemática, Astronomía, Física y Computación - FaMAF, Universidad Nacional de Córdoba*

El biogás es una mezcla de gases generada durante la descomposición anaeróbica (DA) de materia orgánica, compuesta principalmente por metano (50–75 %) y dióxido de carbono (30–50 %) y en menor proporción por otros gases como hidrógeno, nitrógeno, oxígeno y vapor de agua. Entre ellos, se destaca el sulfuro de hidrógeno (H_2S), un gas altamente tóxico y corrosivo, responsable de un olor fuerte y desagradable.

En este trabajo se estudia un material que denominamos graf-hemo, consistente en una nanolámina bidimensional de grafeno funcionalizada con un grupo inspirado en el hemo de la hemoglobina. Esta funcionalización se logra mediante la inserción de un átomo de hierro (Fe) coordinado a cuatro átomos de nitrógeno (N_4), estabilizado por cuatro átomos de hidrógeno (H).

Utilizando la Teoría del Funcional de la Densidad (DFT), se analiza la capacidad de adsorción y/o detección de este sistema frente a moléculas relevantes del biogás: metano (CH_4), dióxido de carbono (CO_2), sulfuro de hidrógeno (H_2S), agua (H_2O), hidrógeno (H_2) y nitrógeno (N_2). Se investigaron las estructuras electrónicas y las transferencias de carga de los distintos sistemas. Además, se estudió la interacción con especies tóxicas como el azufre (S) y el arsénico (As), con el objetivo de evaluar el potencial del sistema graf-hemo en aplicaciones futuras de purificación o monitoreo ambiental.

004. Detección tomográfica de gases atmosféricos en Montevideo

Casaballe Nicolás¹, Frins Erna¹, Barragán Roberto¹, Seidel Selena¹, Velasco Lucía¹, Osorio Matías¹, Silva Mejía Adriana¹, Coronato Marco¹, Agesta Alejandro¹

¹ Universidad de la República de Uruguay (UDELAR)

En este trabajo se estudia la presencia de gases traza atmosféricos en el área metropolitana utilizando técnicas de medición remota basadas en la espectroscopía diferencial de absorción óptica (DOAS, por sus siglas en inglés). Estas medidas se utilizan para efectuar una reconstrucción tomográfica que permite determinar la distribución espacial de los gases. Este tipo de observaciones extiende las aplicaciones del estudio de emisiones de fuentes puntuales [1,2], escalando la estrategia para abarcar grandes regiones de interés en la ciudad. El propósito de la reconstrucción tomográfica es obtener información que no es posible conseguir mediante los sistemas de medición más tradicionales.

Los gases traza que absorben luz ultravioleta o visible pueden ser observados mediante el método DOAS empleando radiación solar difusa, con varias características favorables para este tipo de observaciones [3]. El método es sensible a concentraciones muy bajas de los gases y permite investigar de forma remota diversas especies simultáneamente, con gran especificidad y robustez, y brinda información cuantitativa sobre la composición atmosférica.

Un conjunto de medidas DOAS desde distintos puntos de observación y diferentes direcciones permite realizar una reconstrucción tomográfica de la distribución espacial de la concentración de los gases en una región de interés. Empleamos una configuración con una pareja de espectrómetros instalados con gran separación entre sí, realizando un barrido en un mismo plano, con líneas de visión en diferentes direcciones. A partir de las medidas DOAS es posible estimar la distribución de la concentración de los gases en las distintas regiones de ese plano. Nuestra técnica de reconstrucción se basa en los principios básicos de la tomografía tradicional, pero utilizamos algoritmos especialmente adaptados para las observaciones atmosféricas.

Uno de los gases de interés para estudiar la calidad del aire es el dióxido de nitrógeno, NO₂, que es emitido en ciertos procesos de combustión y tiene un fuerte impacto en la capacidad oxidativa de la atmósfera, además de intervenir en diversos procesos de la química de la atmósfera. Entre sus principales fuentes se encuentran la combustión de combustibles fósiles usados en actividades industriales y el tráfico vehicular, así como la quema de biomasa y las emisiones de suelos provenientes de procesos microbiológicos y de fertilización. En este póster aplicamos el método de reconstrucción tomográfica basado en DOAS para obtener la distribución NO₂ en grandes regiones de Montevideo. Esta herramienta puede ser utilizada para investigar el comportamiento de diferentes especies atmosféricas, ayudando en la identificación de sus fuentes de emisión y comprensión de los procesos físico-químicos que experimentan.

[1] N. Casaballe et al., *Earth Sp. Sci.* 4 (2017) 723.

[2] N. Casaballe et al., *Appl. Opt.* 59 (2020) D179.

[3] U. Platt and J. Stutz, *Differential Optical Absorption Spectroscopy: Principles and Applications* (Springer Verlag, 2008).

005. Degradación de ibuprofeno y rojo amaranto fotoinducida por complejos de renio y nanopartículas de óxidos de hierro funcionalizadas

Besso Santino¹, Castruccio Nahuel¹, Arce Valeria², Ruiz Gustavo³, David Gara Pedro², Rosales Janis², Serrano Emilia^{2 3}

¹ Facultad de Ciencias Exactas (FCE), Universidad Nacional de La Plata (UNLP)

² Centro de Investigaciones Ópticas (CONICET La Plata - CIC - UNLP), Gonnet, La Plata 1897, Argentina

³ *Instituto de Investigaciones Fisicoquímicas Teóricas y Aplicadas (INIFTA - CONICET - UNLP)*

La creciente detección de contaminantes emergentes (CEs) en ambientes acuáticos representa una amenaza sanitaria a nivel global [1]. Aún en concentraciones relativamente bajas, que van desde el nanogramo por litro al microgramo por litro, los CEs pueden tener efectos perjudiciales sobre organismos acuáticos, favoreciendo la propagación de bacterias resistentes a antibióticos y comprometiendo la calidad del agua destinada al consumo humano [2]. En este contexto, resulta de gran interés el desarrollo de estrategias avanzadas para la degradación de CEs, que no dependan exclusivamente de la fotólisis directa inducida por luz, sino que se basen en el uso de sistemas fotosensibilizadores capaces de transformar la energía lumínica en especies reactivas de oxígeno u otros intermediarios oxidantes. En particular, los complejos de renio con ferroceno y fenantrolina como ligando (RePherFen) y las nanopartículas de óxidos de hierro funcionalizadas con sustancias húmicas (FeOX-HS) han exhibido un potencial fotosensibilizador, lo que los posiciona como sistemas prometedores para su estudio [3-5].

En este trabajo se utilizaron técnicas de espectroscopía de absorción UV-visible y de fluorescencia para estudiar la fotodegradación de ibuprofeno y rojo amaranto en medio acuoso, los cuales fueron seleccionados como contaminantes emergentes modelo. Las muestras fueron irradiadas a 360 nm con el objetivo de activar a los fotosensibilizadores (ReFerFen y/o FeOX-HS), promoviendo así la generación de especies reactivas involucradas en los procesos de degradación. Además, se estudió el efecto del agregado de peróxido de hidrógeno (H_2O_2) como un agente oxidante durante la fotólisis. Los resultados obtenidos indican que, en las condiciones de trabajo, el RePherFen con H_2O_2 es el fotosensibilizador más eficiente para el ibuprofeno, mientras que para el rojo amaranto el sistema con FeOX-HS y H_2O_2 resultó ser el más efectivo. La aplicación de ambos fotosensibilizadores en conjunto no representó un entorno favorable para la fotólisis de los contaminantes, respecto de sus efectos por separado.

[1] J. L. Wilkinson, A. B. A. Boxall, D. W. Kolpin, K. M. Y. Leung, R. W. S. Lai, C. Galbán-Malagón, A. D. Adell, J. Mondon, M. Metian, R. A. Marchant, et al. Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A. 119 (2022) e2113947119.

[2] B. Strehlitz, C. Reinemann, S. Linkorn and R. Stoltenburg, Bioanal. Rev. 4 (2012) 1-30.

[3] E. Serrano, P. M. D. Gara and G. T. Ruiz, Libro de Resúmenes XXIII CAFQI (2023).

[4] I. Juárez Ramírez, L. M. Torres Martínez, A. Cruz López, L. L. Garza Tovar and M. E. Meza de la Rosa, Ciencia UANL 11 (2008).

[5] M. O. M. Mantuano, K. X. B. Jiménez, S. F. Alvarado Fiallo, Á. R. Huayamave Rosado and D. V. Apolo Robles, Universidad Ciencia y Tecnología 24 (2020) 35-45.

006. Estimación del flujo de emisión de SO_2 en un entorno industrial

Coronato Marco¹, Casaballe Nicolás¹, Osorio Matías¹, Barragán Roberto¹, Agesta Alejandro¹, Silva Adriana¹, Rivera Claudia², Seidel Selena¹, Velasco Lucía¹, Frins Erna¹

¹ Facultad de Ingeniería, Instituto de Física, Universidad de la República de Uruguay (UDELAR)

² Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)

El dióxido de azufre (SO_2) es un gas traza que tiene fuentes de origen natural, como las emisiones volcánicas, y también antropogénicas, principalmente emitido durante la quema de combustible fósil con alto contenido de azufre. Siendo su presencia en la atmósfera de impacto relevante en la salud, y por contribuir a la lluvia ácida, es importante poder contar con metodologías que permitan cuantificar su emisión. Una forma efectiva de estimar el flujo de este contaminante emitido por una fuente consiste en realizar mediciones desde plataformas móviles

basadas en el método DOAS. El método consiste en analizar el espectro de la luz solar difusa en la región ultravioleta y visible para cuantificar la abundancia de gases traza en la atmósfera. El instrumental necesario se instala en un vehículo y se realizan observaciones hacia el cenit durante un recorrido georreferenciado predeterminado.

A través del método DOAS se obtiene, en cada punto del recorrido del vehículo, la densidad de la columna de SO_2 (SCD), que representa la concentración del gas integrada a lo largo del camino de la luz en la atmósfera. Para calcular el flujo de gas proveniente de una región, se considera una superficie vertical imaginaria que encierra la región, perpendicular al plano del suelo, a través de la cual pasa el gas con velocidad y dirección determinada por el viento reinante. El flujo de gas emitido se determina integrando el producto de la densidad de columna por la componente normal a la superficie de la velocidad del viento. Este sistema permite estimar el flujo de gases traza como el dióxido de azufre de forma precisa, utilizando simplemente la información de la posición del instrumento, la velocidad y dirección del viento y la densidad de columna obtenida a partir del método DOAS durante recorridos móviles.

Las técnicas y los procedimientos anteriormente descritos fueron empleados para realizar estimaciones de emisiones de dióxido de azufre en la refinería de petróleo de ANCAP ubicada en el oeste de Montevideo.

Este trabajo presenta los resultados preliminares de la campaña de medición realizada entre marzo y abril de 2025. El flujo máximo de SO_2 registrado fue de 129 kg/h, aproximadamente un factor diez veces inferior al medido en las campañas de 2009–2010 [1] y al promedio de 352 kg/h reportado en 2017 [2]. Esta reducción de la emisión está vinculada en parte a las mejoras de los procesos de la refinería.

[1] E. Frins, O. Ibrahim, N. Casaballe, M. Osorio, Á. Gómez, T. Wagner and U. Platt, *Journal of Physics: Conference Series* 274 (2011) 012083.

[2] M. Osorio, N. Casaballe, G. Belsterli, M. Barreto, Á. Gómez, J. A. Ferrari and E. Frins, *Remote Sensing* 9 (2017) 517.

[3] E. Frins, N. Bobrowski, M. Osorio, N. Casaballe, G. Belsterli, T. Wagner and U. Platt, *Atmospheric Environment* 98 (2014) 347.

[4] U. Platt and J. Stutz (2008). *Differential Optical Absorption Spectroscopy: Principles and Applications*. Heidelberg: Springer.

007. Impacto del desplazamiento del ecuador y los polos magnéticos en la posición de los máximos y mínimos de intensidad de rayos cósmicos

Di Primio Octavio César¹, Algañaraz Iker Gael¹, Lozano Salica Gastón Abraham¹, Elias Ana Georgina^{1 2 3}

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

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

³ *INFINOA, CONICET - Universidad Nacional de Tucumán (UNT)*

La rigidez de corte geomagnética (R_c) es una magnitud clave para cuantificar el efecto de blindaje del campo magnético terrestre frente a partículas cargadas, como los rayos cósmicos. Esta magnitud representa el momento mínimo por unidad de carga que una partícula debe poseer para alcanzar una determinada ubicación geográfica. En consecuencia, las regiones donde R_c alcanza su valor máximo corresponden a zonas de mínima penetración de rayos cósmicos, mientras que en aquellas donde R_c es nula, el ingreso es libre. En este trabajo se analiza la evolución de las posiciones geográficas asociadas a los valores extremos de R_c desde 1900 hasta el presente, como

consecuencia de la variación secular del campo geomagnético utilizando modelos analíticos y simulaciones numéricas basadas en seguimiento de trayectorias. Estas posiciones están asociadas al ecuador y los polos tanto magnéticos como a los correspondiente a la componente dipolar del campo, dado que la trayectoria de los rayos cósmicos está determinada no solo por el campo magnético en la superficie sino también a altitudes mayores donde el campo se aproxima más al de un dipolo.

008. Bases de datos de aleaciones base Zr para la industria nuclear: estudio del sistema binario SnZr

Corvalán Moya Carolina¹, Ramunni Viviana Patricia¹, Fernández Julián Roberto^{1 2 3}

¹ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

² Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA)

³ Universidad Nacional de Gral. San Martín (UNSAM)

Las aleaciones basadas en circonio son estratégicas en la industria nuclear, particularmente por su uso en la vaina de los elementos combustibles. Existen diferentes versiones de estas aleaciones: Zy-4 (EE.UU.), M5 (Francia), E110 (Rusia), etc., con variaciones en su aleación y tratamientos termomecánicos y, por lo tanto, con diferentes propiedades fisicoquímicas. En este trabajo se modela termodinámicamente el sistema SnZr, donde el Sn es el principal elemento aleante en aleaciones Zy-4. Si bien existen datos experimentales, aún se necesitan modelos y simulaciones de estabilidad de fases y procesos de difusión en aleaciones basadas en Zr que optimicen la información de los sistemas binarios y ternarios. Estos sistemas, que constituyen materiales multialeados, permitirán la generación de bases de datos para predecir mejor la estabilidad de las fases y, en consecuencia, sus propiedades. El sistema SnZr se estudia en la región rica en Zr mediante la elaboración de un modelo termodinámico con el método CALPHAD, utilizando el programa Thermo-Calc. Se utilizó un modelo de solución sólida para describir la fase hcp-Zr. Se generó una base de datos con información sobre las expresiones de energía de Gibbs para cada fase del sistema mediante un modelo de subredes. Para los elementos puros, se utilizaron bases de datos existentes y se incorporó información sobre los compuestos. Finalmente, se optimizó el exceso de energía libre de Gibbs mediante el módulo Parrot (Thermo-Calc), que se utilizó para refinar los resultados con base en datos experimentales y bibliográficos. Se obtuvieron los parámetros termodinámicos que mejor representaban la estabilidad de las fases del sistema, destacando el aumento en la solubilidad de Sn en hcp-Zr a bajas temperaturas.

009. Sobre el rol del di-intersticial en la formación de superredes de burbujas en molibdeno

Pascuet María Inés¹, Ramunni Viviana Patricia¹, Fernández Julián Roberto^{2 3 1}

¹ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

² Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA)

³ Universidad Nacional de Gral. San Martín (UNSAM)

En muchos materiales sometidos a irradiación (electrones, protones, neutrones, iones) se observa la formación de superredes ordenadas de cavidades, que pueden estar vacías o llenas de algún gas noble, bajo ciertas condiciones de temperatura, dosis y flujo de radiación [1,2]. La razón mayormente aceptada en la literatura sobre su origen es la migración anisotrópica de defectos intrínsecos en el material, en particular, autointersticiales o sus aglomerados. A partir de simulaciones relativamente sencillas, Evans [3] descarta al monointersticial (1I) como responsable, puesto que tal superred se produciría a una velocidad dos órdenes de magnitud mayor que

lo observado experimentalmente, y propone como candidato al di-intersticial (2I), presente en concentraciones mucho menores que la del 1I. En el presente trabajo, se analiza la migración del 2I en Mo, como material modelo de estructura bcc. Para las simulaciones, se utiliza un potencial del tipo MEAM, ajustado en un trabajo anterior [4]. En Mo, el 2I está formado por dos autointersticiales del tipo dumbbell que se extienden a lo largo de direcciones compactas $\langle 111 \rangle$ contiguas sobre un plano compacto $\{110\}$ de la estructura bcc. Utilizando la técnica de dinámica molecular, se observa que el 2I se mueve unidimensionalmente a lo largo de la misma dirección $\langle 111 \rangle$ en la que se extiende el defecto, con una energía de migración (0.11eV) menor que la correspondiente al 1I (0.25eV). Se encuentra que los autointersticiales del 2I migran coordinadamente hasta alrededor de los 1500K, temperatura a la cual el defecto se disocia y pierde efectividad. Esta temperatura coincide con el tope superior de la ventana térmica observada para este material dentro de la cual puede formarse la superred ($0.25T_m < T < 0.5T_m$, $T_m=2895\text{K}$) [2].

[1] P. Johnson and D. Mazey, J. Nucl. Mater. 218 (1995) 273.

[2] Y. Zhang, Front. Nucl. Eng. 2 (2023) 1110549.

[3] J. H. Evans, Phil. Mag. 86 (2006) 173.

[4] M. I. Pascuet y J. R. Fernández, *Caracterización de defectos microestructurales en Mo mediante simulaciones atómicas*, 100a Reunión Nacional de la AFA, Merlo, San Luis, Septiembre de 2015.

010. Caracterización espacial de la difusividad térmica del suelo por el método de fase y amortiguamiento de amplitud.

Francia Martín^{1 2}, Amy Lucía^{1 3 2}, Alonso-suárez Rodrigo^{1 3}

¹ Sociedad Uruguaya de Física (SUF)

² Facultad de Agronomía, Universidad de la República, Uruguay

³ Facultad de Ingeniería, Universidad de la República, Uruguay

La difusividad térmica (K_t) es la relación entre la conductividad térmica (λ) y el producto entre la densidad aparente (ρ) y el calor específico volumétrico (c), esto es $K_t = \lambda/(\rho c)$. En Física de Suelos, K_t es un parámetro importante porque está determinado por la composición sólida y el contenido relativo de agua y aire del suelo, reflejando tanto su capacidad para transferir calor como su velocidad de respuesta térmica ante variaciones del balance energético superficial. A escala anual, K_T puede estimarse a partir del desfase temporal entre máximos en dos profundidades (método de fase) o del amortiguamiento de la amplitud térmica entre ellas (método de amplitud) ([1-4]). Estos métodos, ampliamente validados en Física de Suelos y Geofísica, se fundamentan en la solución analítica de la ecuación de conducción de calor para condiciones periódicas [1,2,4-7].

Este trabajo presenta la estimación espacial de la K_T media anual entre 5 y 10 cm de profundidad, utilizando mapas diarios de temperatura media del suelo de Uruguay de 2002 a 2025, producidos con un modelo de aprendizaje estadístico (LightGBM) entrenado con variables satelitales (NDVI, LST) y la declinación solar media mensual. A partir del apilamiento de 23 años de estimaciones de temperatura del suelo, se ajustó píxel a píxel un armónico anual por mínimos cuadrados. Para eliminar inconsistencias se aplicó una proyección analítica física que corrige la amplitud y el desfase, preservando el nivel medio (a_0) y sin forzar la señal observada. La serie armónica ajustada (SA) y la serie proyectada (SP) mantuvieron similares métricas de ajuste con respecto a la serie original con RMSE aprox. 1.63 °C y MAE aprox. 1.29 °C a 5 cm; RMSE aprox. 1.63 °C y MAE aprox. 1.28 °C a 10 cm; y R^2 entre 0.82–0.91. Con SP se produjeron dos series de estimaciones anuales de K_T , una por amortiguamiento de amplitud, $K_T(A)$, y otra por desfase temporal entre profundidades, $K_T(\phi)$. El promedio de las medianas anuales de $K_T(A)$ fue $0.682 \times 10^{-7} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$,

y el de $K_T(\phi)$ $0.33 \times 10^{-7} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$.

La caracterización de la variabilidad espacial de la difusividad térmica del suelo para Uruguay no cuenta con antecedentes y forma parte de una serie de trabajos orientados a describir las propiedades térmicas del suelo [8] y su relación con variables ambientales y productivas. Potencialmente puede utilizarse como herramienta para la clasificación de suelos y para predecir el contenido de agua del suelo a partir de la temperatura en capas superficiales.

[1] D. Hillel (1998). *Environmental Soil Physics*. Academic Press.

[2] W. A. Jury and R. Horton (2004). *Soil Physics* (6th ed.). Wiley.

[3] R. Horton, P. J. Wierenga and D. R. Nielsen, *Soil Sci. Soc. Am. J.* 47 (1983) 25.

[4] G. S. Campbell and J. M. Norman (1998). *Environmental Biophysics* (2nd ed.). Springer.

[5] W. R. Van Wijk (1963). *Physics of Plant Environment*. North-Holland.

[6] P. J. Wierenga, D. R. Nielsen and W. R. Tillotson, *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 33 (1969) 354.

[7] T. E. Ochsner, J. M. Baker and R. Horton, *Agron. J.*, 98 (2006) 1005.

[8] M. Francia, P. González Barrios, A. Celio, C. Munka and G. Tiscornia, Intra-annual characterization of soil mean temperature at 5 and 10 cm depths based on remote sensing data, at country scale. *International Soil and Water Conservation Research*, en prensa.

011. Estimación de la edad de hielo andino mediante simulación numérica de crecimiento de grano

Gerez Luis Nicolas¹, Di Prinzio Carlos^{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)*

En este trabajo, se estima la edad de un testigo de hielo que proviene de un glaciar de escombros (hMC) en Morenas Coloradas, Mendoza. La glaciación de Würm, también conocida como la Última Edad de Hielo, ocurrió aproximadamente entre 11000 y 110000 años atrás. Durante este periodo, la temperatura global, en especial en los Andes, descendió notablemente, lo que provocó la expansión de los glaciares y la transformación de los ecosistemas. La datación del hielo se realiza mediante el conteo de capas acumuladas, el análisis de isótopos radioactivos y la correlación con eventos climáticos conocidos. Así, se puede reconstruir el clima y la composición atmosférica de hasta 800000 años atrás. Sin embargo, estos procesos son costosos debido a la compleja logística, el equipamiento especializado y los sofisticados análisis de laboratorio que requieren.

Pese a estos costos, es posible encontrar métodos alternativos de estimación, como la observación de variables físicas: el tamaño de grano, la distribución y tamaño de burbujas, la concentración y tamaño de contaminantes, así como también la temperatura. Para ello, se estudió el crecimiento de grano de hielo (CG) en condiciones similares a las del ambiente en que fue extraído el hMC, y se empleó un modelo numérico basado en el método de Monte Carlo, el cual simula la evolución microestructural del hielo. Esta simulación demandó gran capacidad de memoria y tiempo de cómputo debido a la longevidad del hielo analizado. Dada la alta demanda computacional de la simulación, el algoritmo principal fue optimizado y altamente paralelizado utilizando la arquitectura de computación CUDA. El modelo desarrollado se presenta como una herramienta prometedora, y los resultados apuntan a una posible datación del hielo en la etapa final de la última glaciación.

012. Modelado de química atmosférica utilizando el programa GEOS-

Chem

Gómez Nicolás Damián¹, Badenes María Paula¹, Tucceri María Eugenia¹, Cobos Carlos Jorge¹

¹ *Instituto de Investigaciones Fisicoquímicas Teóricas y Aplicadas (INIFTA - CONICET - UNLP)*

GEOS-Chem es un programa ampliamente utilizado para el modelado de la química atmosférica. Este modelo incluye diversos procesos que afectan las concentraciones de especies químicas en la atmósfera, como reacciones químicas, emisiones de origen antropogénico y natural, transporte atmosférico, deposición húmeda, entre otros.

Se trata de un programa de código abierto que puede ejecutarse en computadoras con recursos moderados, lo que facilita su implementación. Además, cuenta con una comunidad de usuarios en crecimiento y con una participación activa de los desarrolladores, quienes brindan soporte a través de foros. Los modelos de química atmosférica son herramientas fundamentales para comprender los complejos procesos que ocurren en la atmósfera y para realizar predicciones útiles en sistemas de alerta temprana ante eventos de contaminación. Asimismo, son esenciales para el estudio de la química del ozono y de los gases de efecto invernadero, permitiendo, entre otras aplicaciones, la estimación de tiempos de vida atmosférica, el potencial de agotamiento de ozono y el potencial de calentamiento global de distintas especies químicas.

Con el objetivo de describir las funcionalidades del modelo, se realizaron simulaciones para el período 2019–2025, con el fin de modelar las concentraciones atmosféricas de diversas especies químicas. Se determinaron concentraciones tanto en la troposfera como en la estratósfera de compuestos relevantes como CO₂, CH₄, distintos HCFC y CFC, O₃ y varias especies halogenadas. Las concentraciones se analizaron en función de la latitud, longitud y altura. Para representar estos resultados, se desarrollaron programas en Python que permiten generar mapas cartográficos de distribución espacial, así como caracterizar la evolución temporal de las concentraciones medias troposféricas y estratosféricas.

GEOS-Chem permite también la incorporación de nuevas especies químicas junto con sus respectivos parámetros cinéticos. Desde el Grupo de Cinética Química y Fotoquímica en Fase Gaseosa del INIFTA, se proyecta la inclusión de especies relevantes a partir de las investigaciones desarrolladas por el grupo. En particular, en los últimos años se ha estudiado la cinética de radicales clorados con diversas especies de interés atmosférico. Consideramos que la incorporación de estas reacciones al modelo será valiosa para profundizar la comprensión de los procesos relacionados con el cloro en la atmósfera.

013. Evidencia de diferencias en la periodicidad de Gleissberg entre diversos proxies de la radiación EUV solar

Lozano Salica Gastón Abraham¹, Algañaraz Iker Gael¹, Di Primio Octavio César¹, Elias Ana Georgina^{1 2 3}

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

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

³ *INFINOA, CONICET - Universidad Nacional de Tucumán (UNT), Tucumán, Argentina*

El Sol emite radiación electromagnética y partículas cuyos flujos varían en múltiples escalas de tiempo: desde millones de años hasta días o minutos. Estas variaciones afectan al entorno espacial que rodea al Sol y a todas las atmósferas planetarias, incluyendo la Tierra. En escalas interanuales, la variación más conocida es la asociada al ciclo de actividad solar, con una cuasi-

periodicidad de 11 años en promedio. En mayores escalas de tiempo, el Sol presenta variaciones con una periodicidad aproximada de 80 - 90 años conocida como ciclo de Gleissberg. Aunque este ciclo ha sido identificado en diversas series de datos solares, su manifestación puede diferir según el parámetro considerado. En este trabajo analizamos el ciclo de Gleissberg en distintos proxies solares comúnmente utilizados para representar la variación del flujo de radiación EUV solar: el número de manchas solares, flujos de radio F10.7, F30 y F15, el índice Mg II y el flujo de radiación Lyman - α . Si bien todos los proxies muestran comportamientos similares en el ciclo solar de 11 años, en el caso del ciclo de Gleissberg se detectan diferencias. Se estudian estas discrepancias teniendo en cuenta que el conocimiento sobre la validez de los distintos proxies como indicadores del EUV solar en escalas de tiempo tan prolongadas es limitado debido a la falta de datos que cubran todo el ciclo. Este análisis tiene implicancias relevantes en la interpretación de la actividad solar a escalas multi-decadales y en la reconstrucción de la radiación EUV solar a partir de proxies.

014. Descomposición de la señal solar y antropogénica en la variabilidad del espesor equivalente de la ionósfera

Martínez Ribó María Julieta¹, Raya Mario Sebastian¹, Elias Ana Georgina^{1 2 3}

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

² *Laboratorio de Ionosfera, Atmosfera Neutra y Magnetosfera (LIANM), FACET, UNT, 4000 Tucumán, Argentina*

³ *Instituto de Física del NOA (INFNOA), CONICET-UNT, 4000 Tucumán, Argentina*

El espesor equivalente ionosférico, es un parámetro clave para profundizar el análisis de tendencias en la atmósfera superior. Al analizar la variación del espesor equivalente ionosférico a lo largo del tiempo nos encontramos con que este parámetro se ve simultáneamente afectado por diversos factores externos. El espesor equivalente corresponde al cociente entre el contenido total de electrones vertical (TEC) y la densidad electrónica máxima (NmF2), ambos fuertemente dependientes de la actividad solar. Si bien el componente solar en este parámetro se atenúa, no se elimina completamente, e incluso parece desviarse del comportamiento observado en sus componentes individuales. También se observan cambios en el espesor ionosférico independientes de la actividad solar que pueden ser atribuidos a la actividad humana. El objetivo principal de este trabajo es separar el efecto de la actividad solar del posible aporte de origen antropogénico en la variación registrada en el espesor equivalente ionosférico. Se analizaron datos experimentales de estaciones disponibles con las series temporales más largas y con mínimas datos faltantes. A partir de la dependencia de TEC y NmF2 con la actividad solar, se desarrolló una función que representa el efecto solar en el espesor equivalente, y se supone que el residuo contiene la señal de origen antropogénico solamente. Aunque la mayoría de las tendencias obtenidas no son estadísticamente significativas, y las series aún podrían ser demasiado cortas para una separación efectiva de estos efectos, el método propuesto permite avanzar en la identificación de ambos forzantes en este parámetro ionosférico.

015. Análisis geoespacial para la gestión sostenible en Pomán, Catamarca: dinámica del paisaje y contribuciones a los ODS

Ortiz Erlinda Del Valle¹, Montivero Marcela Elizabeth², Savio Marcelo Ernesto², Lamas Cinthia Alejandra², Serra Malvina², Rodriguez Gustavo David², Rivero Cristina Isabel², Reinoso Cristian Gabriel²

¹ *Universidad Nacional de Catamarca (UNCa), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)*

² *Universidad Nacional de Catamarca (UNCa)*

Este trabajo analiza la dinámica del paisaje, los cambios en el uso del suelo y los recursos naturales, así como los desafíos ambientales en el departamento Pomán, Catamarca, utilizando un enfoque geoespacial con imágenes satelitales. El estudio se alinea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y busca proporcionar información para la planificación territorial y el desarrollo sostenible. La metodología incluye la adquisición y preprocesamiento de imágenes satelitales multiespectrales de Copérnico y CONAE, y la generación de un Sistema de Información Geográfica (SIG) utilizando QGIS. Se analizan los índices de vegetación y suelo como NDVI, NDWI, SAVI y PVI para cuantificar los cambios en el territorio. El departamento Pomán enfrenta problemas como la degradación del suelo y la pérdida de biodiversidad debido a la deforestación y la conversión de tierras naturales para la agricultura y el pastoreo. La falta de información precisa dificulta la toma de decisiones para el desarrollo sostenible. Los resultados de esta investigación ofrecen una base de conocimiento sólida y herramientas espaciales fundamentales para las autoridades y comunidades locales de Pomán. Además, son esenciales para diseñar estrategias de gestión de recursos naturales más eficientes, mitigar los impactos ambientales negativos y promover un desarrollo territorial que garantice el bienestar a largo plazo de la población y el ecosistema.

016. Evaluación integral de riesgos socioambientales en Pomán, Catamarca

Alaniz Montes Aaron Osvaldo¹, Bonader Zahira Nahir¹, Castro Félix Alejandro¹, Ortiz Erlinda Del Valle^{1 2}, Savio Marcelo Ernesto¹, Lamas Cinthia Alejandra¹, Serra Malvina^{1 2}, Montivero Marcela Elizabeth¹

¹ *Facultad de Tecnología y Cs. Aplicadas (FTyCA), Universidad Nacional de Catamarca (UNCa)*

² *CONICET - FTyCA - UNCA*

El departamento de Pomán, de la provincia de Catamarca, ha experimentado un crecimiento urbano y una expansión agropecuaria significativa, lo que, sumado a la ocurrencia de eventos geológicos e hidrometeorológicos, presenta desafíos importantes para la planificación y gestión territorial. Estas transformaciones han llevado a la ocupación de áreas naturalmente vulnerables, como aquellas susceptibles a inundaciones, y han puesto de manifiesto la necesidad urgente de infraestructuras adecuadas para mitigar estos riesgos. Las geoamenazas, entendidas como eventos derivados de procesos geológicos con potencial de causar daños severos a personas, propiedades y el entorno, junto con los eventos hidrometeorológicos, que comprenden fenómenos atmosféricos e hidrológicos capaces de generar pérdidas de vidas, lesiones, impactos en la salud, daños materiales, alteraciones socioeconómicas y ambientales, representan una preocupación central. Estudios recientes han identificado claramente sectores en Pomán con alta susceptibilidad a eventos hídricos, destacando áreas como el Parque Los Leones y el camino al Balneario Municipal. Estos hallazgos subrayan la criticidad de comprender y abordar las dinámicas de riesgo en el área. La utilización de Sistemas de Información Geográfica (SIG) emerge como una herramienta fundamental y de gran potencial. Los SIG permiten un análisis detallado del crecimiento urbano y son clave para la determinación de zonas de posibles riesgos dentro de la cuenca. El objetivo principal de esta aproximación es sentar las bases para una planificación futura que integre la prevención y gestión de riesgos, asegurando un desarrollo territorial más seguro y sostenible para Pomán.

017. Estudio sistemático mediante DFT de nanoestructuras bidimensionales de ZnO, como ánodos potenciales para baterías de ion-litio

Pignanelli Fernando¹, Romero Mariano¹, Faccio Ricardo¹, Mombrú Álvaro W.¹

¹ *Área Física / DETEMA / Facultad de Química, Universidad de la República de Uruguay (UDELAR)*

El grafito ha sido, históricamente, uno de los materiales más utilizados en baterías, especialmente en las de tipo ion-litio. Sin embargo, su baja capacidad teórica limita su aplicación en el almacenamiento de altas densidades de energía. Por otra parte, el litio y el sodio metálicos son propensos a la oxidación durante el ensamblaje del sistema, lo que no solo representa un riesgo de seguridad, sino que también afecta negativamente el rendimiento electroquímico. Esto ha motivado la búsqueda y el desarrollo de ánodos alternativos de alto desempeño para baterías de iones de litio.

El óxido de zinc (ZnO) se ha considerado un material prometedor gracias a varias características atractivas: alta capacidad teórica, facilidad de síntesis, bajo impacto ambiental y costo moderado [1]. No obstante, a pesar de estas ventajas, presenta dos limitaciones importantes: su baja conductividad eléctrica y la expansión de volumen que experimenta durante los procesos de carga y descarga electroquímica. Para mitigar estos inconvenientes, la comunidad científica ha explorado diversas estrategias, entre ellas la nanoestructuración —que ayuda a aliviar el estrés mecánico causado por el cambio volumétrico— y la formación de compuestos con materiales que mejoran la conductividad, como derivados carbonosos, polímeros, entre otros [2].

Con el objetivo de comprender en profundidad la estructura y propiedades de estos materiales, así como evaluar su potencial como ánodos para baterías de iones de litio, en este trabajo se presenta el modelado de tres nanoestructuras bidimensionales de ZnO mediante métodos computacionales ab initio basados en la Teoría del Funcional de la Densidad (DFT). En particular, se estudian los procesos de litación que tienen lugar en la superficie de las nanoestructuras propuestas durante la operación de la batería, con el propósito de realizar una comparación sistemática de su desempeño electroquímico. Además, se evalúan configuraciones de superposición en superficies de Oro (111), a modo de sustrato conductor.

[1] M. D. Bhatt and J. Y. Lee, *International Journal of Hydrogen Energy* 44 (2019) 10852.

[2] V. K. H. Bui et al. *Nanomaterials* 11 (2021) 2001.

018. Análisis de tendencias de origen antropogénico y natural en la región F2 de la ionosfera a altas latitudes

Raya Mario Sebastian¹, Martinez Ribo Maria Julieta¹, Elias Ana Georgina^{1 3 2}

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

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

³ *Instituto de Física del Noroeste Argentino (IFINOA), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Universidad Nacional de Tucumán (UNT)*

Las tendencias de largo plazo en la ionosfera siguen siendo un tema central en el estudio de la física de la atmósfera y del espacio, especialmente en el contexto del cambio climático y la variación secular del campo magnético terrestre. Este trabajo se enfoca en el estudio de la variabilidad de largo plazo de la región F2 de la ionosfera en latitudes altas donde la interacción con la magnetosfera y el viento solar añade complejidad al análisis. A partir de datos experimentales y considerando estaciones ubicadas por encima de los 60° de latitud geomagnética, se analizan las tendencias atribuidas a dos forzantes principales: el aumento sostenido de gases de efecto invernadero y la variación secular del campo magnético de la Tierra. Este último cobra

particular relevancia en regiones próximas a los polos magnéticos, donde el acoplamiento con la magnetosfera y el ingreso de partículas energéticas son más intensos. Dada la variabilidad natural en estas latitudes, el filtrado previo de la señal solar y de actividad geomagnética se vuelve especialmente crítico. Se evaluará el desempeño de distintos proxies de actividad solar, y la conveniencia de incluir índices de actividad geomagnética considerando que las partículas provenientes del viento solar también modulan la ionización. Este trabajo busca contribuir a una mejor comprensión de las tendencias ionosféricas en un entorno dinámico y particularmente sensible del sistema Sol-Tierra como lo es la región de la atmósfera superior de altas latitudes.

019. Electrocinética en medios porosos: resultados exactos a escala de partículas constituyentes

Rezzano Nicolás¹, Monachesi Leonardo B.², Zyserman Fabio I.^{3 1}

¹ *Universidad Nacional de La Plata (UNLP), Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas (FCAG), Centro de Investigaciones Geofísicas (CIGEOF)*

² *Universidad Nacional de Río Negro (UNRN), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Instituto de Investigación en Paleobiología y Geología (IIPG)*

³ *Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)*

Las primeras capas del subsuelo terrestre están típicamente conformadas por rocas sedimentarias o suspensiones de sedimentos, que en cualquier caso pueden representarse a primer orden por medio de un sistema bifásico constituido por una fase sólida y otra fluida, esta última típicamente líquida; dada la estructura que este sistema presenta, el mismo es usualmente denominado medio poroso saturado. La existencia de una doble capa eléctrica (EDL, por sus siglas en inglés) en la interfase que separa a ambos medios dentro de este sistema es una situación de ocurrencia común, que en conjunto con la acción de una fuente externa de índole mecánica o electromagnética, natural o pasiva, da lugar a fenómenos denominados de acople electrocinético. Estos fenómenos ocurren en principio a escala de los poros/granos constituyentes del medio (denominada en este contexto microscópica), pero los mismos pueden manifestarse a escalas por ejemplo representativas de una medición del desplazamiento del suelo o del campo electromagnético (estas últimas escalas denominadas macroscópicas en este contexto). La existencia de estas cantidades macroscópicas sienta las bases de un método de prospección del subsuelo terrestre [1]; y dada la naturaleza típica de las posibles fuentes externas, estos fenómenos electrocinéticos se denominan usualmente sismoeléctrica (una fuente mecánica genera campos electromagnéticos-mecánicos acoplados) o electrosísmica (la situación opuesta). Una de las teorías prevalentes utilizadas para describir estos fenómenos de manera cuantitativa, principalmente a escala macroscópica, es la propuesta por Pride [2].

En este trabajo revisitamos la mencionada teoría, analizando la validez de varias hipótesis simplificadoras que la misma realiza a escala del poro/grano, y que son necesarias para alcanzar la descripción macroscópica que la teoría se propone. A saber, entre estas hipótesis se encuentran a) que la forma local de los poros/granos no influye en las cantidades microscópicas de interés, y b) la presencia de un alto contraste entre las permitividades eléctricas de cada medio, que da lugar tanto a EDLs no perturbadas por la existencia de las fuentes externas, como a campos eléctricos esencialmente tangenciales. Aquí estas hipótesis son relajadas, y sobre esta nueva base se resuelven las ecuaciones gobernantes de la electrocinética y se comparan los resultados con los predichos por la teoría de Pride en esta escala microscópica. Para este estudio se proponen diversos escenarios y geometrías esféricas en el contexto geofísico típico del medio poroso, de una simpleza suficiente como para resolver las ecuaciones gobernantes de forma exacta pero representando aún de manera fidedigna al medio con el fin de obtener conclusiones aplicables a

casos más generales.

Los resultados de este trabajo se componen de campo eléctrico y densidad volumétrica de carga válidos sobre todo el espacio de estudio, en conjunto con los campos de velocidad y presión de la fase fluida del medio, la principal responsable de la formación de la EDL (i.e. un electrolito con iones móviles). Se muestra que estos resultados difieren en forma y magnitud de aquellos propuestos originalmente por la teoría de Pride y que, en consecuencia, algunas de las hipótesis simplificadoras de esta teoría podrían ser muy idealizadas incluso para escenarios geofísicos típicos (i.e. longitud característica de las EDLs y de los poros/granos); como así también se muestra que -en los escenarios propuestos- otras hipótesis mantienen mayor validez, pero no son necesarias sino que pueden implicarse a partir de otras de ellas. Los resultados obtenidos son válidos en el régimen de bajas frecuencias, pero las ecuaciones gobernantes ya han sido parcialmente resueltas para el caso (cuasiestático) dependiente del tiempo y los resultados correspondientes se expondrán en un futuro cercano.

[1] A. Thompson and G. Gist, *The Leading Edge* 12 (1993) 1169.

[2] S. Pride, *Physical Review B* 50 (1994) 15678.

020. Espectros en acción: ciencia, sensores y señales desde la CONAE

Nemiña Francisco¹, Frank Buss Elisa², Alvarez Reyna Marco¹, Paná Sofía³, Schüler Verónica¹, Rubio Raul¹

¹ *Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE) San Telmo, Unidad de Formación Superior*

² *Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE) San Telmo, Instituto Gulich*

³ *Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), CCT- Córdoba*

La espectrorradiometría es la ciencia de la medición de la radiación electromagnética en términos de su potencia, polarización, distribución espectral y cualquier otro parámetro relevante para la fuente o el detector. Actualmente, en el marco de las actividades científica-tecnológicas de la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE), el grupo de espectrorradiometría del Instituto Gulich (IG) lleva a cabo tareas relacionadas con la caracterización espectral de superficies naturales. Actualmente el enfoque está puesto en el monitoreo de cuerpos de agua, mediante la realización de mediciones de magnitudes radiométricas y bio-ópticas, orientadas a la estimación de propiedades ópticas inherentes y aparentes, además de parámetros de calidad del agua. En relación a esta temática, se está trabajando en establecer procesos de calibración y validación (Cal/Val) para datos de instrumentos satelitales multi e hiperespectrales, utilizando simulaciones con datos de referencia sobre diferentes cuerpos de agua. A su vez, existe un esfuerzo significativo dedicado al establecimiento de un marco semántico para datos espectrales, con el objetivo de hacer que la información sea “encontrable, accesible, interoperable y reutilizable” (“FAIR”, por sus siglas en inglés), mediante el desarrollo de grafos de información espectral como herramienta para la estructuración del conocimiento espectral, aplicando conceptos de ontología e inteligencia artificial. Finalmente, se realizan investigaciones en espectrorradiometría de laboratorio, que abarcan protocolos de seguimiento, caracterización e intercalibración de equipos. Estas actividades han dado lugar a diversas publicaciones científicas y presentaciones en congresos especializados, y a su vez se complementan con campañas de campo en diversas ubicaciones geográficas del país.

021. Monitoreo geofísico del Glaciar Collins: estimación de la presión litostática de hielo sobre la base del glaciar

Salati Giannina¹, Venturini Natalia², Gallot Thomas¹

¹ *Laboratorio de Geofísica Planetaria, Instituto de Física, Facultad de Ciencias, Universidad de la República de Uruguay (UDELAR)*

² *Instituto de Ecología y Ciencias Ambientales, Oceanografía y Ecología Marina, Facultad de Ciencias, Universidad de la República de Uruguay (UDELAR)*

Los glaciares antárticos constituyen un componente fundamental del sistema climático global, cubriendo cerca del 98% de la superficie del continente [1]. Su retroceso acelerado actúa como un indicador crítico del cambio climático, con implicaciones directas en el aumento del nivel del mar, la circulación oceánica y los ecosistemas marinos. Estudios previos han demostrado que entre 1983 y 2006, el glaciar perdió aproximadamente un 8,42% de su superficie total [2-5], reflejando su creciente vulnerabilidad ante el calentamiento global. Modelos de proyección climática estiman pérdidas adicionales del 5% para 2030, 21% para 2050 y hasta un 35% para 2070, lo que subraya la urgencia de un monitoreo sistemático y multidisciplinario de su evolución. Un análisis geofísico enfocado en la caracterización del Glaciar Collins mediante el uso combinado de georradar (GPR), sismica activa/pasiva y tomografía de resistividad eléctrica permite realizar análisis de variables como la estructura interna, el espesor, la dinámica de flujo y la presencia de agua subglacial [4,6-8]. Estos datos en conjunto son esenciales para evaluar los impactos del cambio climático y sustentar estrategias de conservación, además de sentar las bases para el desarrollo de la glaciología en Uruguay.

La Antártida, como región clave del sistema climático global, requiere estudios que integren datos geofísicos con enfoques físicos avanzados para comprender mejor la dinámica de sus glaciares en un contexto de cambio climático acelerado. El presente trabajo se plantea como una base metodológica para el diseño de futuras campañas integradas en el glaciar Collins, que incluyan GPR con dron, sismica activa y pasiva, tomografía de resistividad eléctrica y modelado multianual con datos climáticos.

Este trabajo abordará dos ejes: por un lado, se propone la presentación de la rama geofísica del proyecto "*Ciencias planetarias en Antártida: monitoreo geofísico y astronómico desde la Base Científica Antártica Artigas*", la cual consiste en la caracterización del glaciar mediante el uso de georradars y métodos de sismica de refracción, tanto para la determinación del espesor del glaciar como también su estructura interna. Por otro lado, la estimación de la presión litostática, la cual representa la carga ejercida por el hielo sobre la base del glaciar, haciendo uso del modelo empírico de densificación de hielo de Herron-Langway [9]. Este enfoque permite identificar zonas del glaciar con mayores niveles de compresión, donde la estructura interna podría estar más densificada o mecánicamente debilitada.

[1] F. Anguita, Enseñanza de las Ciencias de la Tierra 13 (2005) 314.

[2] C. Petsch, K. K. da Rosa, R. Vieira, M. H. Braun, R. Mattos Costa and J. C. Simões, (s. journal) (2020).

[3] N. Venturini, L. Cerpa, N. Kandratavicius, G. Manta, B. Cóndor-Luján, J. Pereira, R. C. L. Figueira and P. Muniz, An. Acad. Bras. Ciênc. 95 (2023) e20230451.

[4] M. Rückamp, M. Braun, S. Suckro and N. Blindow, Global Planetary Change 79 (2011) 99.

[5] C. L. Simões, K. K. da Rosa, F. F. Czapela, R. Vieira and J. C. Simões, Geographical Review 105 (2015) 462.

[6] E. Le Meur, M. Sacchetti, S. Garambois, E. Berthier, A. S. Drouet, G. Durand, D. Young, J. S. Greenbaum, D. D. Blankenship, J. W. Holt, E. Rignot, J. Mouginot, Y. Gim, D. Kirchner, B. de Fleurian, O. Gagliardini and F. Gillet-Chaulet, Cryosphere Discuss. 7 (2013) 3969.

[7] J. Liu, E. M. Enderlin, T. C. Bartholomaeus, Y. Terleth, T. D. Mikesell and F. Beaud, Journal of Glaciology 70 (2024) e57.

[8] D. E. Shean and D. R. Marchant, Journal of Glaciology 56 (2010) 48.

[9] M. M. Herron and C. C. Langway Jr, *Journal of Glaciology* 25 (1980) 373.

022. Detección georeferenciada de gases traza en la refinería de Montevideo

Silva Adriana¹, Barragán Roberto C.^{1 2}, Coronato Marco¹, Osorio Matías¹, Agesta Alejandro¹, Casaballe Nicolás¹, Rivera Claudia³, Seidel Selena¹, Velasco Lucía¹, Frins Erna¹

¹ *Instituto de Física, Facultad de Ingeniería, Universidad de la República, J. Herrera y Reissig 565, Montevideo 11200, Uruguay*

² *Depto. de Electro-fotónica, Universidad de Guadalajara, Av. Revolución 1500, C.P. 44430, Guadalajara, Jal., México*

³ *Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México.*

La refinería Eduardo Acevedo Vázquez (comúnmente denominada “La Teja”) de ANCAP, ubicada al noroeste de la bahía de Montevideo, es de suma importancia para el suministro energético de Uruguay, ya que es clave en la producción de una amplia gama de combustibles, solventes, asfaltos y lubricantes. Sin embargo, su naturaleza industrial conlleva el riesgo de que sus emisiones puedan modificar la calidad del aire local. Por ejemplo, el dióxido de nitrógeno (NO_2) es un gas atmosférico comúnmente presente en este tipo de entornos, generado durante procesos de combustión a altas temperaturas, como los que ocurren en calderas, hornos y antorchas utilizadas para procesar hidrocarburos [1]. Entender y estudiar estas emisiones es de particular importancia, dado que el NO_2 es un precursor para la formación de otros potenciales compuestos contaminantes relevantes.

La Espectroscopia de Absorción Óptica Diferencial (DOAS, en inglés) es un método ampliamente usado para teledetección y cuantificación de gases traza atmosféricos que presentan estructuras características de absorción en el rango ultravioleta y visible. El análisis de la radiación solar adquirida permite identificar y cuantificar compuestos como el NO_2 a partir de sus firmas espectrales [2]. El método DOAS para detección desde tierra puede realizar las observaciones desde plataformas estáticas o móviles. DOAS móvil emplea espectrómetros montados en vehículos en movimiento, lo que permite realizar estimaciones a tiempo real de la densidad de columna de diferentes gases presentes en entornos urbanos e industriales, así como su georreferenciación. Esta técnica ha demostrado ser útil para estudios de emisiones en zonas cercanas a fuentes puntuales de emisión como refinerías, centrales térmicas o lugares con tránsito intensivo [3,4].

En este trabajo presentamos resultados preliminares de mediciones realizadas con DOAS móvil para la detección de gases traza en las instalaciones de la refinería de ANCAP. Sobre un automóvil se instaló un telescopio observando a cenit, conectado por una fibra óptica a un espectrómetro, y este último a una computadora portátil. Este arreglo experimental fue usado para circular en el interior y los alrededores de la refinería durante varias fechas siguiendo distintas rutas. A partir de la información obtenida en estos recorridos, generamos mapas georreferenciados que muestran las columnas de gases traza detectados, confirmando la presencia de NO_2 y formaldehído (HCHO) que fue utilizado como trazador de la presencia de compuestos volátiles orgánicos. Además, al considerar factores como la dirección del viento, no solo se identificaron las fuentes de emisión en la refinería que coincidieron con las mediciones realizadas, sino que también se mapeó el transporte de los gases y su interacción. Finalmente, se detectó la presencia no anticipada de ácido nítrico en la atmósfera, lo que sugiere la necesidad de un análisis más detallado.

[1] J. H. Seinfeld and N. P. Spyros, 2006, *Atmospheric Chemistry and Physics*, Wiley-Interscience.

[2] U. Platt and J. Stutz, 2008, *Differential Optical Absorption Spectroscopy*, Springer Verlag.

[3] C. Rivera *et al.*, *Atmos. Chem. Phys.*, 9 (2006) 6351.

[4] E Frins *et al.*, Atmos. Environ. 98 (2014) 347.

Enseñanza de la Física

Martes 16 y Miércoles 17 17:00 - 18:30 hs.

Sala Pettoruti, TACPA

Pósters impares se exhiben Martes 16 y pósters pares Miércoles 17

023. Mirando el cielo con las manos

Alliende González J A^{1 2}, Coiro J A^{3 2}, El Hasi C D², Reciulschi E², Viladevall A², Vigh C^{4 1 2}

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

² *Instituto de Ciencias (ICI), Universidad Nacional de Gral. Sarmiento (UNGS)*

³ *Museo de Ciencia, Tecnología y Sociedad "Imaginario" (MIUNG), Universidad Nacional de Gral. Sarmiento (UNGS)*

⁴ *Instituto de Física Interdisciplinaria y Aplicada, Universidad de Buenos Aires-CONICET*

La presente propuesta busca facilitar el acceso al conocimiento sobre temas de Astronomía al público en general, y en particular a personas y estudiantes con discapacidad visual, mediante actividades sensoriales. En esta etapa, se enfoca en la elaboración e implementación de dispositivos para experiencias táctiles. Para ello, se utilizan maquetas impresas en 3D de la Tierra, la Luna y diversos planetas del sistema solar; placas en relieve de algunas de las zonas más características de la Luna; y maquetas de la bóveda celeste, donde se representan distintos asterismos relacionados con algunas de las constelaciones más conocidas.

Las actividades fueron implementadas durante la Semana de la Física 2025, llevada a cabo en la FCEyN (UBA), donde numerosos participantes pudieron interactuar con los materiales propuestos, recorrer los planetas, la superficie lunar y la bóveda celeste. Quienes participaron pudieron apreciar, al menos en lo referente a las irregularidades, las características de las superficies de los distintos cuerpos celestes.

El desarrollo de la propuesta fue interactivo, permitiendo el tiempo necesario para que todos pudieran tocar, experimentar y hacer preguntas. En este trabajo se presentan los resultados preliminares de la experiencia, evaluada mediante una encuesta diseñada específicamente para esta actividad.

024. Medición de la velocidad de la luz y longitud de onda en un láser de nitrógeno pulsado

Almeida Catalina¹, Aquino Passarello Joaquín¹, Olivetti Tomás¹, Bilbao Thomas¹, De Lorenzi Tomás¹, Derdoy Lucas¹, Lizaso Ana¹, Martínez Tomas Ariel¹, Rodríguez Santiago¹, Radoslovich Ezequiel¹, Vásquez Matías¹

¹ *Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMdP)*

El objetivo de este trabajo es la medición de la longitud de onda de un láser de nitrógeno TEA [1, 2] (Transversely Excited Atmospheric), que fue recientemente restaurado y calibrado en el laboratorio de Física Experimental en conjunto con estudiantes que cursan la asignatura Física Experimental I del 4to año de la Licenciatura en Física dictada en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales Universidad Nacional de Mar del Plata. Aprovechando la oportunidad también se construyó un arreglo experimental para medir la velocidad del haz de luz producido por el láser. Con la finalidad pedagógica que persigue este proyecto, en las mediciones no se empleó ningún espectrómetro comercial. Los arreglos experimentales fueron diseñados y construidos por los estudiantes con la guía y sugerencia de la cátedra. En la medición de la longitud de onda se utilizó una red de difracción y un láser de mercado con longitud conocida. La velocidad del

haz de luz producido por el láser de nitrógeno fue medido por tiempo de vuelo, utilizando un divisor de luz óptico no absorbente de UV (beamsplitter), un fotomultiplicador y un osciloscopio. Los detalles de los arreglos experimentales y las mediciones son desarrollados en este poster. El trabajo fue financiado por la Universidad Nacional de Mar del Plata en el marco del Proyectos de Investigación Interfacultades PI2BA (Diseño y construcción de un sistema adquisición de imágenes ultra rápido) en vinculación con la Facultad de Ingeniería de la misma Universidad.

[1] D. A. Leonard, Appl. Phys. Lett. 7 (1965) 4.

[2] Jr. Shipman, Appl. Phys. Lett. 10 (1967) 3.

025. Logros y desafíos de un proyecto STEM liderado desde la física y centrado en la educación vial

Baigorria Julieta¹, Lucero Ana Paula^{1 2}, Villegas Myriam^{1 2}

¹ Facultad de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales (FCFMyN), San Luis (capital)

² Instituto de Física Aplicada (INFAP), San Luis (capital)

Este estudio analiza los logros y desafíos identificados tras la implementación de una secuencia de enseñanza-aprendizaje sobre educación vial, desarrollada en dos escuelas públicas de nivel secundario de la Ciudad de San Luis, con estudiantes de quinto año. La propuesta se inscribe en el enfoque STEM (acrónimo en inglés de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) y se llevó adelante mediante la metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), promoviendo un aprendizaje activo, contextualizado e interdisciplinario. En particular, se articulan contenidos de física (mecánica en una dimensión) y estadística en torno a problemáticas de seguridad vial. El aprendizaje de los fundamentos de las leyes físicas es crucial para la formación científica, ya que brinda las herramientas cognitivas necesarias para comprender y explicar los fenómenos naturales. Según Redish [1], estos fundamentos funcionan como estructuras organizadoras del conocimiento que permiten a los aprendices desarrollar modelos mentales coherentes del mundo físico. De manera similar, McDermott [2] afirma que la comprensión de estos conceptos fundamentales facilita la transferencia de conocimiento a situaciones novedosas, superando la tendencia a la aplicación mecánica de fórmulas. En este sentido, se considera que el abordaje significativo de los contenidos de física en contextos relevantes, como la educación vial, puede favorecer la apropiación conceptual y su aplicación en la vida cotidiana. A partir de lo anterior, la secuencia didáctica propone a los estudiantes abordar la relación entre principios físicos del movimiento y datos de siniestralidad vial mediante experimentación, resolución de problemas y análisis de datos reales. En cuanto a la resolución de problemas, las actividades propusieron abordar situaciones auténticas, abiertas y contextualizadas. Este enfoque, más próximo al quehacer científico, favoreció procesos de indagación, argumentación y modelización, en línea con el enfoque STEM. Los resultados preliminares evidencian un avance significativo en ambos grupos, en la comprensión de conceptos fundamentales de la cinemática, particularmente en el Movimiento Rectilíneo Uniforme y Uniformemente Variado (MRU y MRUV). Finalmente, otro de los logros destacados tras la implementación es la evolución positiva en la dinámica de trabajo en equipo. Además, la conexión de la propuesta con situaciones reales de la vida cotidiana facilitó un vínculo diferente de los estudiantes con la asignatura. En cuanto a los desafíos, se evidenció que en una de las escuelas los estudiantes presentaban dificultades para asumir un rol activo y autónomo en su aprendizaje.

[1] E. F. Redish, in Proceedings of the International School of Physics "Enrico Fermi", Course CLVI, E. F. Redish and M. Vincentini (Eds.) IOS.

[2] L. C. McDermott, Am. J. Phys. 69 (2001) 1127.

026. Alternativas de montaje para generar figuras de Schlieren y umbrografías, aplicables a prácticas de laboratorio

Brizuela Horacio Guillermo^{2 1}, Jiménez Gustavo Enrique³

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

² Cátedra de Epistemología e Historia de la Física, Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología (FACET), Universidad Nacional de Tucumán (UNT)

³ INFNOA, CONICET

Las figuras de "schlieren" y las umbrografías (shadowgraphs) pasaron de ser simples curiosidades, reportadas por Robert Hooke en el s. XVII, a ser indispensables herramientas de diseño en aerodinámica y dinámica de fluidos en general. El fundamento es la generación de pequeñas variaciones en el índice de refracción de medios transparentes, causados por variaciones de presión o de temperatura que con las condiciones adecuadas pueden hacerse visibles como sombras o como estelas coloreadas. Así pueden verse corrientes de convección, flujos laminares o turbulentos, ondas de presión, disolución de sólidos en líquidos etc. Si bien las plataformas de videos ofrecen una gran variedad de ejemplos, en muchos casos se apunta sólo a la curiosidad, y en otros se necesita un procesamiento digital para obtener las figuras finales. En este trabajo se presenta un estudio experimental de distintos montajes para generar umbrografías y figuras de schlieren a partir de material accesible en laboratorios de Física de los primeros cursos universitarios, que pueden aplicarse a prácticas de laboratorio de cursos de grado en temas de Dinámica de Fluidos.

027. El experimento de Joule revisitado: verificación moderna de la equivalencia entre calor y trabajo mecánico

Correa Matías¹, Couretot Máximo¹, Cuevas Cueva Ingrid¹, Milione Julia¹, Ponce Nicole¹, Rauchs Erik¹, Vasquez Juan Manuel¹, Bruvera Ignacio^{1 2}

¹ Dpto. de Física, Fac. Cs. Exactas, Universidad Nacional de La Plata (UNLP)

² Instituto de Física de La Plata (IFLP)

Hace casi dos siglos, James Prescott Joule demostró la equivalencia entre calor y energía mecánica mediante un cuidadoso montaje experimental en el que medía la elevación de temperatura de un fluido calentado por paletas impulsadas por la caída de un contrapeso. En este trabajo se reprodujo el experimento de Joule con elementos disponibles en el Laboratorio de Enseñanza de la Física (LEF) del Dpto. de física de la Fac. de Cs. Exactas, UNLP. Se montó una versión simplificada del experimento original y se realizaron medidas en agua y aceite de girasol obteniendo un resultado promedio de $1 \text{ cal} = 4.19(36) \text{ J}$, compatible con el valor de referencia actual. Se detallan el diseño del dispositivo y el análisis de datos correspondiente.

028. Aprender entre patrimonio y ciencia: experiencias de visitantes en el Museo de Física de la UNLP

Cabana María Florencia¹, Taylor Marcela², Iribarren Juan Ignacio¹

¹ Museo de Física, Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Plata (UNLP)

² Instituto de Física de La Plata (IFLP), Universidad Nacional de La Plata (UNLP), Facultad de Ingeniería/Facultad de Ciencias Exactas

El Museo de Física de la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad Nacional de La Plata alberga alrededor de 3000 instrumentos destinados a la realización de experiencias de física. Este

acervo, adquirido mayoritariamente a Max Kohl (Chemnitz, Alemania) en 1906, fue incorporado con el objetivo de que los/las estudiantes del recientemente creado Instituto de Física pudieran vincular teoría y práctica durante su formación [2]. Actualmente, en el Museo se realizan tareas inherentes a la conservación del instrumental histórico y también funciona un centro participativo de ciencia. Junto con otros dispositivos más modernos, los/las visitantes pueden observar los instrumentos en funcionamiento mediados por docentes. La propuesta brinda al público una aproximación a la física desde los fenómenos, abordando temas como el movimiento, la luz, el sonido, la electricidad, el magnetismo, el calor y la cuántica y proponiendo vínculos con la tecnología y la historia.

El Museo desarrolla una amplia agenda de actividades de promoción de cultura científica y educación en física, tanto dentro como fuera de su sala. Participa en ferias de ciencias, realiza talleres en escuelas y organiza eventos como los "Sábados en el Museo" y "Museos a la Luz de la Luna", donde la física se entrelaza con las artes y otros saberes. Estas actividades permiten generar intercambios significativos y variados con la comunidad y favorecen la formación y participación de estudiantes universitarios en el campo de la extensión, uno de los pilares de la universidad pública argentina.

Diariamente se reciben grupos de instituciones educativas de todos los niveles y de diversas zonas del país, así como visitantes espontáneos y grupos vinculados a proyectos de extensión, asociaciones culturales y otros. La visita al Museo es evaluada, por medio de encuestas, que son contestadas voluntariamente por docentes y estudiantes a través de un formulario en línea que busca recabar información sobre su vivencia en el Museo y sus apreciaciones. De las respuestas se desprende que las personas disfrutan de la visita, aprenden sobre física y las formas de trabajo en ciencia, y experimentan principalmente emociones como curiosidad, interés y asombro. Puede destacarse que los/las visitantes valoran especialmente la posibilidad de formular preguntas y el contacto con la universidad. Las sugerencias registradas constituyen un insumo que es analizado colectivamente en el equipo del Museo y permite planificar mejoras en las propuestas, como por ejemplo, incorporar una mayor cantidad de experimentos. En general, los/las visitantes consideran la experiencia entretenida, enriquecedora y digna de ser recomendada. Sin embargo, se suele mencionar que no reconocen a quién recomendar actividades vinculadas a la física, poniendo en evidencia que aún persiste el desafío de promover la cultura científica en general y de la física en particular.

En un contexto donde se suman negacionistas de las ciencias, las pseudociencias ganan espacios, y hay un intento por menospreciar el trabajo de los/las científicas/os, urge la necesidad de promover una cultura científica que no solo apunte a conceptos, leyes y teorías sino que promueva miradas menos ingenuas sobre las ciencias y las instituciones científicas y universitarias [1].

Como conclusión, los resultados de las encuestas reafirman el valor del Museo de Física como un espacio donde se articulan saberes científicos y culturales, generando propuestas innovadoras que despiertan la curiosidad, fortalecen vínculos entre la universidad y la comunidad y promueven vocaciones en física. En un momento histórico que desafía la legitimidad del conocimiento científico, iniciativas como ésta cobran especial relevancia para construir ciudadanía crítica, fortalecer el acceso democrático a la ciencia y resignificar el rol social de la universidad pública.

[1] M. Domínguez y P. Ortega, Serie Selección de Textos 10 (2005) 33.

[2] M. Santamaría, Origen y creación del Museo de Física de la Universidad Nacional de La Plata. En I Congreso Nacional de Museos Universitarios, La Plata, Argentina. Red de Museos de la UNLP, octubre 2010.

029. Restauración y calibración de Láser pulsado de nitrógeno (N₂) excitado con descarga eléctrica transversal (TEA) a presión atmosférica.

Romeo Ismael¹, Bernal Luís¹, Szigety Esteban¹, Arena Gustavo¹, Cabanas Joaquín Manuel¹

¹ *Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMdP)*

Este póster detalla la restauración y posterior calibración de un láser de nitrógeno pulsado en desuso, perteneciente al laboratorio del departamento de Física de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Mar del Plata. El proyecto fue realizado por el grupo de Física Experimental en conjunto con estudiantes que cursan la asignatura Física Experimental I del 4to año de la Licenciatura en Física.

En este marco se reacondicionó un láser de nitrógeno excitado por descarga transversal (TEA por sus siglas en inglés) [1,2]. El láser se produce por relajación vibracional de la molécula de nitrógeno excitada, genera un pulso autoterminante con una duración del orden de los nanosegundos y emite en una longitud de onda de $\lambda = 337,1$ nm. Como mecanismo de excitación se utilizó un circuito tipo Blumlein de baja inductancia que se compone de dos capacitores, una bobina entre ellos, dos electrodos enfrentados que forman parte de dichos capacitores, un spark gap (S.G.) y una fuente de voltaje directo que alimenta al circuito. Los detalles del circuito y la descripción de los procesos que intervienen son presentados en este póster.

El trabajo fue financiado por la Universidad Nacional de Mar del Plata en el marco del Proyectos de Investigación Interfacultades PI2BA (Diseño y construcción de un sistema adquisición de imágenes ultra rápido) en vinculación con la Facultad de Ingeniería de la misma Universidad.

[1] D. A. Leonard, Appl. Phys. Lett. 7 (1965) 4.

[2] Jr. Shipman, Appl. Phys. Lett. 10 (1967) 3.

030. Medición de la rapidez de la luz en distancias cortas con independencia de la fuente

Del Pino Ignacio¹, Rinderknecht Felipe¹, Flores Maicol¹

¹ *Instituto de Física de la Facultad de Ciencias, Universidad de la República de Uruguay (UDELAR)*

Se desarrolló un método experimental para medir la rapidez de la luz en distancias cortas, orientado a la enseñanza de la Física en laboratorios estudiantiles. El mismo se basó en la emisión de una señal de luz mediante un láser programable, la separación del haz con un espejo dicróico (o beam splitter), y la medición de intensidades con dos fotodiodos. Cada fotodiodo registró una señal de voltaje en función del tiempo, con un desfase entre ambas dependiente únicamente de la diferencia de caminos ópticos desde el beam splitter hasta los fotodiodos. El experimento consistió en registrar estos datos para distintas diferencias de caminos, obteniendo así una curva de desfase temporal en función de la diferencia óptica recorrida.

En el trabajo se presentan distintas técnicas de tratamiento de señales para determinar dicho desfase: correlación, ajuste por mínimos cuadrados y análisis de máximos relativos. Los pulsos emitidos con el láser fueron funciones seno y seno cardinal (sinc) a frecuencias de 10, 20 y 30 MHz. El análisis conjunto mostró que la combinación óptima corresponde a una función sinc a 20 MHz y el uso de la correlación cruzada, técnica que resultó ser la más robusta frente al ruido y variaciones de amplitud, permitiendo una medición precisa y reproducible del desfase utilizando recorridos ópticos menores a 1,5 metros.

031. Aprendizaje significativo en mecánica de fluidos: del modelo teórico a la validación experimental

Delugo Buzaglo Lucero¹, Restrepo Sáenz Liliana¹

¹ *Universidad Nacional del Nordeste (UNNE), Corrientes (capital)*

En el marco de las clases de laboratorio de Mecánica, Calor y Termodinámica, dictadas en carreras de Licenciatura en Ciencias Químicas, Profesorado en Química, Ciencias del Ambiente y Bioquímica, se diseñó una experiencia didáctica centrada en el aprendizaje significativo y basado en competencias. La propuesta se basa en la construcción y uso de un dispositivo experimental de bajo costo, diseñado para abordar contenidos de mecánica de fluidos de manera activa y contextualizada.

La experiencia se centra en el análisis del flujo de agua a través de un orificio, integrando conceptos como densidad, volumen, caudal y principios fundamentales como el Principio de Torricelli, la ecuación de continuidad y el teorema de Bernoulli. Desde una perspectiva epistemológica [1], la propuesta busca problematizar el contraste entre los modelos teóricos y los procesos empíricos observados, promoviendo la construcción del conocimiento científico como práctica situada basada en la construcción de modelos que deben ser evaluados y se encuentran bajo revisión constantemente.

Para la implementación de esta propuesta se diseñó un dispositivo de bajo costo y de fácil reproducción, compuesto por una botella plástica invertida y cortada en su parte superior para permitir el llenado con agua. La tapa presenta un orificio que varía entre botellas, lo que introduce una variable significativa en el análisis. A lo largo de la botella se señalan cinco marcas de referencia que definen las estaciones de medición. La descarga del fluido se realiza de manera secuencial, permitiendo la recolección del agua en recipientes separados para analizar caudales y velocidades.

La propuesta incluye una serie de pautas intencionalmente abiertas para que los y las estudiantes tomen decisiones sobre cómo operar al momento de la descarga del fluido y cómo registrar, analizar y representar los datos. El foco se encuentra en interpretar críticamente las discrepancias entre los modelos teóricos y los resultados experimentales, considerando factores como pérdidas energéticas, geometría del sistema y errores sistemáticos. Se alienta además a revisar la validez de las ecuaciones empleadas según las condiciones reales del dispositivo.

Esta estrategia didáctica busca que los y las estudiantes desarrollen competencias clave como la interpretación de fenómenos físicos, el análisis y tratamiento crítico de datos, la comunicación clara de ideas, resultados y procedimientos, y la toma de decisiones fundamentadas [2]. Este enfoque favorece al desarrollo no sólo de conocimientos sino también de actitudes científicas [3].

[1] A. Adúriz-Bravo. Una introducción a la naturaleza de la ciencia: La epistemología en la enseñanza de las ciencias naturales. Fondo de Cultura Económica, Buenos Aires, 2005.

[2] A. Zabala y L. Arnau. 11 ideas claves. Cómo aprender y enseñar competencias. Graó, Barcelona, 2008.

[3] D. Hodson, Enseñanza de las Ciencias 12 (1994) 299.

032. Las ecuaciones de Maxwell y la permitividad compleja en materiales dieléctricos con pérdidas

Duplaá María Celeste¹, Aparicio Rodolfo Rubén¹, Perez Liliana Inés¹, Ciocchi Brazzano Ligia^{1 2}

¹ Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires (FIUBA)

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

En la Facultad de Ingeniería de la UBA las materias de posgrado "Óptica de materiales" y "Caracterización electromagnética de materiales" requieren de una introducción a las soluciones de las ecuaciones de Maxwell, debido a las distintas trayectorias educativas de los alumnos. Dado el alto nivel de abstracción del tema, nos parece importante abordarlo con la intención de hacer un "aprendizaje significativo", que según Ausubel es "utilizar los conocimientos previos del alumno

para construir un nuevo aprendizaje”.

Como es sabido, las ecuaciones de Maxwell constituyen un conjunto de dos ecuaciones escalares y dos vectoriales que relacionan los 4 campos electromagnéticos: \vec{E} (Intensidad del campo eléctrico), \vec{B} (Inducción magnética), \vec{D} (Campo de desplazamiento eléctrico) y \vec{H} (Intensidad del campo magnético). Los campos \vec{E} y \vec{B} muchas veces son considerados como los campos con “sentido físico” y los campos \vec{D} y \vec{H} como campos auxiliares, relacionados con los primeros a través de los vectores polarización \vec{P} y magnetización \vec{M} .

Las ecuaciones de Maxwell dan lugar a un sistema de 8 ecuaciones escalares con 12 incógnitas, lo que hace que el sistema esté indeterminado. Para hallar soluciones, es necesario introducir las “relaciones constitutivas”, que vinculan a cada uno de los campos con uno o más de los restantes campos. Como cada una de ellas aporta 3 ecuaciones al sistema, son necesarias al menos dos para llegar a la solución. Sin embargo, con esto último se corre el riesgo de que el sistema resulte incompatible, pues se estaría ante un sistema de 12 incógnitas y 14 ecuaciones.

La resolución de las ecuaciones de Maxwell en vacío (sin existencia de cargas ni corrientes libres) resulta la más sencilla para los alumnos porque los 4 campos se pueden reducir a los 2 con “sentido físico”: \vec{E} y \vec{B} . Sin embargo, es común que esta simplificación lleve a deducciones incorrectas como la no existencia de corriente de desplazamiento.

Como trabajamos con materiales lineales, isotrópicos, homogéneos y no magnéticos, consideramos que analizar el origen de los vectores \vec{D} y \vec{P} , y su significado físico para campos no dependientes del tiempo, será un buen punto de partida para extenderlo en forma cualitativa a perturbaciones armónicas. Luego, introducimos dos tipos de medios “ideales”: transparentes y sin pérdidas (sin cargas ni corrientes libres) y conductores (sin cargas libres y postulando la existencia de corrientes libres) analizando su comportamiento ante campos no dependientes del tiempo.

El modelo más sencillo de la respuesta de dieléctricos transparentes a campos estáticos se puede obtener pensando que estos polarizan las moléculas y que ellas tratan de orientarse con el campo externo. Sin embargo, la viscosidad, las interacciones intermoleculares, etc. no permiten que todos los dipolos se alineen con el campo \vec{E} . La extensión cualitativa a campos variables en el tiempo parece inmediata.

En los materiales transparentes y sin pérdidas, el replanteo del sistema de ecuaciones nos hará pasar por la ecuación de ondas vectorial para el campo eléctrico \vec{E} y para el campo magnético \vec{H} , lo cual sugiere la existencia de ondas electromagnéticas que se propagan a una velocidad menor a la de la luz en el vacío. Para los materiales conductores perfectos, el replanteo del problema nos lleva a una ecuación análoga a la obtenida anteriormente pero que incluye a la conductividad del medio. Esto da lugar a un término adicional, análogo a los términos de difusión en las ecuaciones de transporte. Proponiendo una solución en ondas planas se llega a que es solución si se considera que su velocidad de fase es compleja.

Pero los materiales nunca son perfectamente transparentes y la intensidad de las ondas electromagnéticas decrece a medida que ésta avanza, como sucede en un material conductor perfecto. En este trabajo mostramos que la comprensión cualitativa del comportamiento de los materiales dieléctricos transparentes y de los conductores eléctricos perfectos nos permite inferir que la modelización de los materiales dieléctricos con pérdidas se puede llevar a cabo a través de una permitividad compleja.

033. Física en ingeniería: una experiencia didáctica con choques

Quirós Romina Antonella¹, Fernandez Diego Mariano¹

¹ Instituto de Ciencias (ICI), Universidad Nacional de Gral. Sarmiento (UNGS)

En el marco de la asignatura de Física para Ingeniería de primer año de la Universidad Nacio-

nal de General Sarmiento, se diseñó una propuesta didáctica que articula teoría, experimentación y simulación digital para abordar el estudio de los choques unidimensionales. El eje temático se centra en la conservación de la cantidad de movimiento y de la energía mecánica, incorporando además la discusión sobre errores de medición y su impacto en los resultados. La propuesta combina el uso del software de análisis de video Tracker, una herramienta de libre acceso, y applets interactivos que facilitan la visualización de los fenómenos y la profundización de los conceptos teóricos. Aunque las prácticas se realizaron a partir de consignas guiadas, se alentó a los estudiantes a tomar decisiones sobre el diseño experimental: selección del tipo de choque, configuración del sistema físico, captura de datos y análisis cuantitativo. El trabajo se desarrolló en el laboratorio, complementado con recursos accesibles como la cámara de un celular y software libre, manteniendo la calidad de las mediciones. Esta experiencia promueve una comprensión más sólida de los principios físicos, fomenta el pensamiento crítico, amplía los canales de análisis y brinda una primera aproximación a herramientas tecnológicas aplicables en la práctica profesional de la ingeniería.

034. Termómetro de gas a volumen constante: diseño, montaje y caracterización del dispositivo

Furlán Llodrá Octavio¹, Moyano Lisandro¹, Orlandini Adelina^{1 2}, Barolin Sebastián^{1 2}, Malarría Jorge^{1 2}

¹ Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura (FCEIA), Rosario

² Instituto de Física Rosario (IFIR), Rosario

El termómetro de gas a volumen constante es un dispositivo que permite medir la temperatura T de un gas confinado en un volumen fijo observando los cambios de presión P del mismo. Este tipo de termómetro se basa en la relación directa entre la presión del gas y su temperatura absoluta, de acuerdo con la ley de Gay-Lussac $P = aT$ [1], donde a es una constante de proporcionalidad. Su uso fue clave en la determinación del cero absoluto [2] mediante la extrapolación de la presión del gas a medida que se enfriaba. Aunque son instrumentos de gran tamaño y alcanzan el equilibrio térmico lentamente, los termómetros de gas a volumen constante resultan altamente precisos y se utilizan, principalmente, como patrones para la calibración de otros termómetros. Su principio de funcionamiento es fundamental en la definición de escalas absolutas de temperatura, como la escala Kelvin.

En este trabajo se diseñó, montó y calibró un termómetro de gas a volumen constante. El dispositivo se compone de un bulbo contenedor acoplado a un vacuómetro para medir la presión que ejerce el gas contra las paredes del contenedor. La temperatura del gas, asumida igual a la temperatura exterior del bulbo, se midió mediante una termocupla tipo K conectada a un multímetro digital. Se determinó el cero absoluto de temperatura utilizando el dispositivo fabricado y considerando al gas (aire) como un gas ideal, obteniéndose $T_0 = (-270 \pm 40)^\circ\text{C}$.

[1] M. W. Zemansky and R. H. Dittman. Calor y termodinámica. Editorial Aguilar, 7^a edición, 2002.

[2] B. F. Bogacz, European Journal of Physics Education 5 (2014), 45.

035. Descubriendo científicas/os desde la Física

Godoy M E¹, Panini A¹, Villegas M¹

¹ Universidad Nacional de San Luis (UNSL)

Las escuelas rurales o alejadas de los centros urbanos fueron particularmente afectadas por las dificultades de acceso a la conectividad y a recursos tecnológicos durante el cierre de

instituciones educativas provocado por la pandemia de COVID-19. Una de las dimensiones del trabajo escolar más impactadas fue la realización de actividades experimentales en ciencias, que ya presentaban una baja frecuencia antes de la pandemia. En este contexto, se desarrolló el proyecto de extensión “Descubriendo científicos”, con el objetivo de acompañar a las escuelas, sus actores y comunidades, y contribuir a reducir la brecha educativa desde una perspectiva centrada en las ciencias exactas y naturales, mediante propuestas experimentales. El proyecto se implementó en 11 escuelas primarias estatales de carácter rural, y fue llevado adelante por un equipo multidisciplinario conformado por docentes y estudiantes de dos Facultades de la Universidad Nacional de San Luis. Desde la física, se diseñaron tres talleres destinados a niñas y niños de entre 5 y 8 años: uno sobre el vuelo de aviones de papel, otro sobre magnetismo, y un tercero centrado en la construcción de un móvil utilizando piezas de LEGO®. Las actividades fueron pensadas para poner en valor el carácter empírico de la ciencia en el aula, y promover el contacto de las infancias con los fenómenos físicos desde el juego, la curiosidad y el disfrute. Al mismo tiempo, se promovió la formación en servicio del cuerpo docente, fortaleciendo los vínculos con la Universidad y sentando bases para futuras acciones conjuntas. La participación de las y los estudiantes fue no solo entusiasta sino profundamente comprometida, expresada en sus preguntas, reflexiones y deseo de aprender. En este trabajo se describen las experiencias desarrolladas, así como el recorrido realizado en territorio, repleto de aprendizajes compartidos entre las comunidades escolares y el equipo universitario.

036. Producción de sonoluminiscencia en laboratorio de grado mediante equipamiento accesible

Minetti Martín¹, Bogner Agustín¹, Pirles Josué¹, Urteaga Raúl²

¹ *Facultad de Ingeniería Química (FIQ), Santa Fe Capital*

² *Instituto de Física del Litoral (IFIS), Universidad Nacional del Litoral (UNL)*

La sonoluminiscencia (SL) es un fenómeno que se presenta al concentrar la energía de un campo de ultrasonido en una pequeña región del espacio, que en consecuencia produce pulsos de luz en el rango visible de manera continua. La dificultad en la reproducción de este fenómeno radica en la generación de una burbuja luminiscente y su posterior estabilización. Para estos procesos ya existen mecanismos sofisticados que permiten el correcto estudio del fenómeno en laboratorios profesionales [1-2], pero los mismos son difíciles de llevar a cabo si no se poseen los equipos y recursos necesarios, como normalmente suele suceder en laboratorios de grado.

En este trabajo se propone un sistema para producir SL, que utiliza artefactos relativamente simples y accesibles, de menor costo y dificultad que las alternativas conocidas. Mediante el uso de un amplificador de audio de 68 W (LM3886, valor estimado 130u\$d) en conjunto con un transformador de televisor de tubo de rayos catódicos (obtenido de desguace) y una inductancia variable se obtuvo la amplitud de señal necesaria para producir sonoluminiscencia, e incluso más, llegando a un máximo de aproximadamente 700 Vrms a 29 kHz en los excitadores del sistema. El trabajo se realizó con una solución de ácido sulfúrico al 85% en volumen con aire disuelto en su interior.

Utilizando el método, se logró reproducir el fenómeno de manera consistente, aunque no de manera estable, siendo este último punto el principal problema a resolver en el futuro. De todos modos, esto permite abrir las puertas para que alumnos puedan experimentar con SL en los mismos laboratorios de la universidad.

[1] D. Dellavale, M. O. Sonnaillon and F. J. Bonetto, FPGA based Multi-Harmonic Control System for Single Bubble Sonoluminescence, 2008 4th Southern Conference on Programmable Logic, 269.

[2] J. Romero (2006). Tesis de doctorado, Universidad Nacional Autónoma de México.

037. Elaboración de un colorímetro con elementos básicos de un laboratorio de enseñanza de óptica

Nacusse Elias¹, Sanchez Mauricio¹, Decoud Tomas², Corregidor Diego¹

¹ Universidad Nacional de Tucumán (UNT)

² Instituto Balseiro (IB), San Carlos de Bariloche

En este trabajo se presenta el diseño y calibración de un sistema colorimétrico desarrollado a partir de componentes de baja complejidad, disponibles en un laboratorio de enseñanza de óptica. El objetivo fue construir una herramienta didáctica que permita explorar la teoría de la percepción del color y su cuantificación mediante experiencias accesibles y reproducibles. La percepción del color resulta de la interacción entre tres funciones espectrales distintas: la distribución de la fuente emisora, la transmitancia o reflectancia del sistema óptico y las curvas de sensibilidad del observador. Aunque todas varían con la longitud de onda, son independientes entre sí. Esta estructura funcional hace que el análisis del color en el laboratorio sea poco intuitivo y difícil de abordar desde un enfoque teórico, pero el dispositivo desarrollado permite visualizar el aporte individual de cada función al color percibido, facilitando así su comprensión.

El sistema propuesto se basa en un mezclador de luz aditiva RGB de tres canales regulables, cuya emisión fue caracterizada con un espectrógrafo de tipo educativo, obteniéndose las distribuciones espectrales de cada canal (rojo, verde y azul) en función del ángulo de giro de las perillas. A partir de estas mediciones se integró espectralmente la intensidad para construir curvas de intensidad total en función del ángulo. Se implementó un algoritmo en Python que utiliza como entrada los valores de ajuste obtenidos y, a partir de ellos, calcula las coordenadas cromáticas (x, y) del modelo CIE del color generado, convirtiendo al conjunto mezclador-algoritmo en una herramienta funcional para la estimación cuantitativa del color, cumpliendo el rol de un colorímetro.

Posteriormente, se midió con el espectrógrafo la radiación transmitida por distintos filtros iluminados con una fuente blanca, y se buscó replicar visualmente cada uno de esos colores con el mezclador RGB. El algoritmo también permite ingresar distribuciones espectrales medidas y calcular sus coordenadas cromáticas, habilitando así la comparación cuantitativa entre los colores transmitidos por los filtros y los generados artificialmente. Finalmente, todos los resultados se contrastaron con las mediciones de un colorímetro de uso profesional. La propuesta constituye una herramienta pedagógica accesible y funcional para la enseñanza experimental de la teoría del color.

038. Determinación de la velocidad de propagación de ondas longitudinales en un resorte

Goldemberg Irina¹, Gómez Bernardo José^{2 3}, Repetto Carlos Enrique^{2 3}

¹ Instituto Politécnico Superior "Gral. San Martín" (UNR)

² Instituto de Física Rosario (IFIR), Rosario

³ Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura (FCEIA), Rosario

En este trabajo se determina la velocidad de propagación de las ondas longitudinales en un resorte a partir de estimar la frecuencia fundamental del mismo cuando se lo coloca tensionado horizontalmente, estando sus dos extremos fijos. Este valor es contrastado con el que predice la teoría. Para ello, se determina previamente la constante elástica del resorte a través de la realización de la curva fuerza vs elongación y se pesa el resorte para conocer su densidad lineal de masa, cualquiera sea su elongación.

039. Del concepto a la práctica: comprendiendo las leyes de escala de De Gennes mediante la medición de la viscosidad en polielectrolitos

Del Barrio Cecilia¹, Ritacco Hernán¹

¹ *Instituto de Física del Sur (IFISUR), Departamento de Física, Universidad Nacional del Sur (UNS), CONICET*

Las leyes de escala clásicas de De Gennes proporcionan un marco teórico para predecir el comportamiento de soluciones poliméricas sin necesidad de información molecular detallada. Estas leyes distinguen entre distintos regímenes de concentración según la conformación de las cadenas poliméricas y destacan cómo la calidad del disolvente influye en el comportamiento de polímeros neutros [1,2]. En el caso de los polielectrolitos, su comportamiento está fuertemente influenciado por factores como el pH, la fuerza iónica y la naturaleza de los grupos cargados [3]. Centrándonos en el efecto de la fuerza iónica, en soluciones diluidas de polielectrolitos sin sal predomina la repulsión electrostática. A medida que aumenta la concentración de sal, estas cargas se van apantallando progresivamente, reduciendo la repulsión y llevando a que las cadenas adopten una conformación más compacta. A concentraciones suficientemente altas de sal, los polielectrolitos se comportan de manera similar a los polímeros neutros en un buen disolvente, siguiendo así las mismas leyes de escala [1-4]. La viscosidad es una propiedad fundamental de las soluciones poliméricas que puede describirse y predecirse mediante leyes de escala. Está influenciada por la concentración de polímero, el peso molecular, la conformación de la cadena en solución y la temperatura. Todos estos factores están interconectados, pues las interacciones entre las cadenas poliméricas y el disolvente determinan la respuesta reológica bajo diferentes condiciones de flujo. Por lo tanto, la viscosidad de una solución polimérica depende del régimen de concentración y sigue relaciones de escala distintas según las leyes universales [1-4]. Aunque el marco teórico de De Gennes es central en la física de polímeros, su naturaleza abstracta y la cantidad de conceptos interrelacionados que implica suelen dificultar la comprensión para estudiantes de licenciatura. Para abordar este desafío, diseñamos una actividad de laboratorio que apoya el aprendizaje mediante la experimentación práctica. Este trabajo busca fortalecer la comprensión de los principios de la física de polímeros a través de mediciones de viscosidad. Se utilizó PDADMAC como polielectrolito modelo y NaCl para ajustar la fuerza iónica. Se analizó la dependencia de la viscosidad específica con la concentración de polímero, comparando las pendientes experimentales con las predicciones teóricas e identificando las transiciones entre los regímenes de concentración. También se examinó la influencia del aumento de la fuerza iónica en el comportamiento de la viscosidad. Se presentan los datos obtenidos, una discusión que compara los resultados con las predicciones de De Gennes, así como la retroalimentación estudiantil y nuestra perspectiva sobre el impacto educativo de la actividad de laboratorio.

[1] P. G. de Gennes (1979). *Scaling concepts in polymer physics*. Cornell University Press.

[2] M. Rubinstein and R. H. Colby (2003). *Polymer physics*. Oxford University Press.

[3] A. V. Dobrynin and M. Rubinstein, *Macromolecules* 28 (1995) 1859.

[4] A. V. Dobrynin and M. Rubinstein, *Progress in Polymer Science* 30 (2005) 1049.

040. Sistemas de representación como apoyo didáctico en problemas de Relatividad Especial

Salgueiro Walter¹

¹ *Instituto de Física de Materiales Tandil (IFIMAT), Centro de Investigaciones en Física e Ingeniería del Centro de la Provincia de Buenos Aires (CIFICEN), Facultad de Ciencias Exactas, Pinto 399, 7000 Tandil*

Se presenta un abordaje de problemas de movimiento relativo en el marco de Relatividad Especial (RE), haciendo uso de las posibilidades que brinda el software de dibujo asistido por computadora, CAD, que se obtiene en la actualidad en algunas versiones de distribución libre. En general los Sistemas de Representación, entre ellos los sistemas CAD, aportan herramientas de aplicación para la representación gráfica de problemas en el espacio de Minkowski o Lorentz-Minkowski. Trabajar con este tipo de espacios requiere conocimientos tanto de geometría Euclidiana como no Euclidiana. En ese contexto, la experiencia en el aula evidencia la necesidad de revisar conceptos básicos tales como procesos a seguir para el trazado de paralelas, determinación de puntos mediante intersección de rectas, determinación de escalas, etc. Revisiones análogas surgen como necesarias cuando se estudian las transformaciones de Lorentz mediante representación gráfica. En este trabajo se presentan algunas de las posibilidades que a tal fin brinda el software de dibujo asistido por computadora, CAD. Actualmente se accede a versiones de distribución libre de este tipo de software, con prestaciones muy útiles para ser usados como herramienta para la solución de problemas simples de RE, y como herramienta de revisión de conceptos geométricos vinculados.

041. Dispositivo para la generación de viento de muy baja velocidad

Cyrulies Ernesto Enrique¹, Salomone Horacio Daniel², Sartarelli Salvador Andrés¹

¹ Instituto de Desarrollo Humano (IDH), Universidad Nacional de Gral. Sarmiento (UNGS)

² Instituto de Industria (IDEI), Universidad Nacional de Gral. Sarmiento (UNGS)

Los anemómetros comerciales comunes en general logran medir velocidades de viento en un rango que es de interés en meteorología. Cuando se trata de velocidades más bajas resulta necesario recurrir a otros dispositivos específicos. En el marco de ensayos a llevar a cabo en túneles de viento en ocasiones se requiere velocidades por debajo de 1 m/s, particularmente cuando se intenta visualizar líneas de flujo en torno a perfiles a estudiar en un modelo a través de humo de combustión. Un destino que lo amerita son las aplicaciones didácticas en la enseñanza de la mecánica de fluidos. En un escenario que obliga a desarrollar sistemas de bajo costo para dicho fin, se recurrió a un montaje que cuenta con un sistema de hilo caliente. Para esto se reutilizó un filamento de tungsteno de lámpara incandescente para registrar, a tensión constante, su cambio de resistencia con el enfriamiento que produce el movimiento de aire. Considerando la temperatura del mismo, su calibración permite determinar la velocidad. Para tener el dato de esta última se construyó un dispositivo tubular que cuenta con un émbolo en su interior que puede desplazarse expulsando el aire con una velocidad precisa y que puede ser regulada a voluntad de forma motorizada.

042. El rastro de la luz: una experiencia de divulgación científica desde la física y el arte

Tomás Keila Zarina¹, Moschini Guillermo¹, Rico Leonardo^{1 2}, Giordana Maria Florencia², De Sanctis Maria Laura^{1 2}, Gómez Bernardo José A.^{1 2}, Torio María Eugenia^{1 3}, Stia Carlos R.¹, Fourty Andrea Laura¹, Ávalos Martina^{1 2}

¹ Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura (FCEIA) Rosario, Universidad Nacional de Rosario (UNR) Rosario

² Instituto de Física Rosario (IFIR-CONICET-UNR)

³ Centro Internacional Franco Argentino de Ciencias de la Información y de Sistemas (CIFASIS)

En este trabajo se presenta una experiencia de divulgación desarrollada en el marco de la feria Visible lo invisible, organizada por la Universidad Nacional de Rosario (UNR) durante el

receso invernal de 2025. Bajo el título *El rastro de la luz*, la propuesta consistió en un recorrido por estaciones lúdico-experimentales centradas en la exploración de fenómenos como la refracción, la difracción, la descomposición espectral, la formación de sombras y la percepción del color. Los fenómenos ópticos, por su capacidad de asombro, su belleza intrínseca y su accesibilidad, ofrecen una puerta de entrada al mundo de la física desde sus dimensiones científicas y poéticas. Así, las actividades, dirigidas a niños, niñas y adolescentes, fueron concebidas desde un enfoque interdisciplinario que articuló física, arte y pedagogía, promoviendo la participación activa mediante dispositivos interactivos que invitan a observar, manipular y formular preguntas sobre aquello que la luz revela –o esconde– en la experiencia cotidiana.

El proyecto fue diseñado y llevado adelante de manera colaborativa entre el Área de Educación del Museo Castagnino, docentes, estudiantes e investigadores de la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura (UNR), del Instituto de Física Rosario (CONICET–UNR) y, en esta edición, también de la Escuela de Bellas Artes. A través de estrategias didácticas adaptadas a las diferentes edades, se propiciaron instancias de exploración y juego, integrando física y arte.

A partir de una mirada que entiende la divulgación científica como una práctica cultural situada, esta experiencia permitió tender puentes entre el ámbito académico, el arte y la comunidad. En ese marco, la divulgación adquiere un doble valor: por un lado, puede despertar vocaciones científicas en las infancias; por otro, desempeña un rol clave en los procesos de alfabetización científica y cultural. Ambas dimensiones resultan fundamentales para estimular la curiosidad, el pensamiento crítico y la capacidad de interpretar fenómenos del mundo natural, contribuyendo así a una formación ciudadana integral.

Este tipo de propuestas, que entrelazan ciencia, arte y comunidad, promueven formas participativas, creativas y sensibles de acceso al conocimiento. No se limitan a comunicar resultados científicos, sino que generan espacios de encuentro que amplían los modos de vinculación con la ciencia, habilitando otros lenguajes, otras preguntas y otras maneras de construir sentido.

043. Análisis y problematización de un texto referido a condiciones de equilibrio y vuelco de maquinarias agrícolas como herramienta didáctica en un curso de Física para graduados de las áreas agronómica y forestal

Trabocchi Osvaldo J.¹

¹ *Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata (UNLP)*

En esta comunicación se presenta la experiencia de un enfoque didáctico aplicado en la materia Física de la Maestría en Mecanización Agrícola de la FCAyF de la UNLP. Los cursantes son egresados de universidades nacionales e internacionales en las áreas agronómica y forestal. Los contenidos del curso son los de la mecánica clásica, tendiendo a presentar aplicaciones específicas de la especialidad de la maestría mencionada. En las primeras clases se discuten los conceptos de fuerza y la aplicación de los principios de Newton a situaciones estáticas. Una vez presentados los temas expositivamente y habiendo discutido ejemplos se introduce como material de trabajo textos referidos a la estática de tractores y maquinaria agrícola y forestal de una de las cátedras de la carrera de grado de la UNLP. Se realiza junto con los estudiantes una lectura crítica sobre ciertas partes de dicho texto donde las presentaciones podrían ser ambiguas o erróneas, en particular en algunos de sus gráficas: diagramas de cuerpo libre y diagramas de momentos de torsión. Dado que tales enfoques pueden llevar a caer en errores conceptuales o concepciones alternativas [1] se propone a los cursantes realizar versiones de los esquemas (de fuerzas y de momentos) que tiendan a mejorar los de los textos originales. Tal labor es tomada como parte de la evaluación del curso de Física. Se evidencia tanto en las discusiones como en los resultados que la mayoría de los estudiantes son estimulados por esta tarea.

[1] J. Carrascosa Alís, Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias 2 (2005) 183.

044. Enseñanza de Física para no físicos: modelización de sistemas biológicos simples desde una perspectiva energética

Velazco Sandra¹, Velarde Alejandro Martín², García Guillermo Martín²

¹ *Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo, Universidad Nacional de Tucumán (UNT)*

² *Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología (FACET) San Miguel De Tucuman (capital)*

El estudio de la Física forma parte del ciclo básico de carreras con especialidad en Ciencias Biológicas y proporciona fundamentos necesarios para comprender ciertos fenómenos biológicos que los estudiantes abordarán en profundidad en otros cursos [1].

Durante la experiencia docente, hemos advertido que muchos alumnos manifiestan poca afinidad con los temas desarrollados y ciertas dificultades para su aprendizaje. Consideramos central la adecuación de los contenidos de la Física, a fin de mostrar su utilidad para dar respuesta a problemas significativos de la Biología. Esto, además de explicitar la relación entre ambas disciplinas, podría contribuir a estimular el interés y la participación de los estudiantes en las tareas de aprendizaje.

No se trata de una tarea sencilla. La Física estudia los sistemas reales utilizando modelos simplificados para representarlos. Muchos sistemas biológicos son complejos, lo que hace necesario evaluar la validez de leyes y modelos físicos usados para explicar su comportamiento.

En algunos libros de texto se pueden encontrar ejemplos que consideran sistemas biológicos, sin embargo, a menudo el tratamiento es parcial, y no profundiza en una explicación rigurosa.

En este trabajo presentamos algunos resultados obtenidos al realizar un estudio tanto cuantitativo como cualitativo de sistemas biológicos simples. Con ello nos proponemos plantear situaciones problemáticas que puedan resultar motivadoras para los estudiantes, favorecer la comprensión de conceptos y leyes de la Física y analizar los sistemas considerados en profundidad [2][3].

A modo de ejemplo, desarrollamos aquí el análisis del salto de un insecto desde un punto de vista energético. Enfatizamos las condiciones de validez de las leyes y los procedimientos utilizados, la delimitación del sistema físico bajo estudio, el análisis de los conceptos del trabajo y energía, así como el rol del trabajo muscular del insecto. La situación problemática planteada forma parte de las actividades desarrolladas en la asignatura Física Biológica, correspondiente al segundo año de las carreras de Licenciatura y Profesorado en Ciencias Biológicas, de la Universidad Nacional de Tucumán.

[1] R. Villar, C. López y F. Cussó, F. (2012). Fundamentos Físicos de los Procesos Biológicos, vol. 1, San Vicente, Alicante: Editorial Club Universitario.

[2] A. Arons, A. (1999). American Journal of Physics 67 (1999) 1063.

[3] J. L. Doménech, D. Gil-Pérez, A. Gras, J. Guisasola, J. Martínez-Torregrosa, J. Salinas, R. Trumpeter y P. Valdés, Caderno Brasileiro de Ensino de Física, 20 (2003) 285.

045. Indagaciones acerca del interpretante comunicativo en un curso de Mecánica Elemental

Gonzalez Rafael¹, Michi Tomás², Vigh Carlos Donato^{2 3 4}

¹ *Instituto de Desarrollo Humano, Universidad Nacional de General Sarmiento*

² *Instituto de Ciencias, Universidad Nacional de General Sarmiento*

³ *Instituto de Física Interdisciplinaria y Aplicada, Universidad de Buenos Aires-CONICET*

⁴ *Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires*

En este trabajo se indaga sobre el Interpretante Comunicativo, es decir el espacio de coincidencias interpretativas entre el Interpretante Productor (docente) y el Interpretante Intérprete (estudiante) en un curso de Mecánica Elemental en relación con el tema Teoremas de Conservación. Esta experiencia aulica consiste en dos instancias basicamente. La primera instancia; luego del desarrollo de los temas, se da a cada estudiante un cuestionario sobre el tema, con formato de ítems o formato de tabla, y sus respuestas se clasifican como perteneciente o no al Interpretante Comunicativo. La segunda instancia; el docente hace una devolución basada en esta clasificación, se pide a los estudiantes que completen y/o modifiquen sus respuestas. Esta información permite analizar las razones de las no-coincidencias y la eficacia instrumental del método para ampliar las coincidencias interpretativas.

FÍSICA ATÓMICA Y MOLECULAR

Martes 16 y Miércoles 17 17:00 - 18:30 hs.

Sala Pettoruti, TACPA

Pósters impares se exhiben Martes 16 y pósters pares Miércoles 17

046. Estudio de propiedades electrónicas de materiales semiconductores y aislantes mediante métodos de primeros principios

Acito Pino Jerónimo Noé¹, Bonzi Edgardo¹, Grad Gabriela¹

¹ *Facultad de Matemática Astronomía, Física y Computación (FAMAF), Universidad Nacional de Córdoba (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.

047. Los propagadores de polarización dentro de una teoría de campos molecular

Colombo Jofré Mariano¹, Aucar Gustavo¹

¹ *Universidad Nacional del Nordeste (UNNE), Corrientes (capital)*

La descripción teórica de la interacción entre la estructura electrónica molecular y campos electromagnéticos externos resulta fundamental para interpretar y predecir mediciones de alta precisión en técnicas espectroscópicas, incluyendo la resonancia magnética nuclear (RMN) [1]. Una aproximación teórica innovadora en este campo consiste en establecer una equivalencia entre las excitaciones y desexcitaciones electrónicas virtuales del sistema molecular y un conjunto de cuasi partículas virtuales con propiedades bien definidas, conocidas también como bosones hard-core (un enfoque similar al usado para el modelo de red del helio líquido [2]). Esto permite aplicar metodologías propias de la teoría cuántica de campos al análisis de la respuesta de un sistema molecular a perturbaciones externas, lo que se enmarca dentro de una línea de investigación novedosa de nuestro grupo de investigación cuyos avances se han presentado en reuniones anteriores. La mencionada correspondencia permite, además, un tratamiento sistemático y riguroso de los campos electromagnéticos externos, incorporando su carácter cuántico en la descripción teórica (ver, por ejemplo, el capítulo III de la Ref. [3]). Esta metodología permite además separar claramente los efectos de interacción interna del sistema electrónico de aquellos originados por el acoplamiento con fuentes electromagnéticas externas, proporcionando así una comprensión más clara de las contribuciones a la respuesta del sistema [4]. En esta comunicación

expondremos los fundamentos de este formalismo analizando la incorporación de los efectos cuánticos del campo radiado por el momento dipolar magnético de los espines nucleares. Como perspectiva futura, este enfoque abre la posibilidad de estudiar la mecánica estadística del sistema de cuasi partículas virtuales, lo que podría conducir a nuevas interpretaciones termodinámicas de los procesos que se generan a partir de excitaciones electrónicas virtuales en moléculas [5].

[1] G. A. Aucar, R. H. Romero and A. F. Maldonado, *International Reviews in Physical Chemistry* 29 (2010) 1.

[2] T. Matsubara and H. Matsuda, *Progress of Theoretical Physics* 16 (1956) 569.

[3] C. Chohen-Tannoudji, J. Dupont-Roc and G. Grynberg. *Photons and atoms: introduction to quantum electrodynamics*. John Wiley Sons, 2024.

[4] G. A. Aucar. *Physical Chemistry Chemical Physics* 16 (2014) 4420.

[5] D. F. E. Bajac, A. D. Zapata Escobar and G. A. Aucar. *Journal of Chemical Theory and Computation* 21 (2025) 4674.

048. Ionización de gases nobles por impacto de protones

Barboza José Maximiliano Damián¹, Rivero Lucas Hernán¹, Fiori Marcelo Raul¹, López Sebastián David²

¹ *Departamento de Física, Facultad de Cs. Exactas, Universidad Nacional de Salta (UNSa)*

² *Instituto de Investigación en Energías No Convencionales (INENCO) (UNSa-CONICET)*

En este trabajo estudiamos la ionización de He, Ne y Ar por impacto de protones dentro de la Primera Aproximación de Born, la cual considera que el proyectil viaja como una onda plana tanto en el canal inicial como en el final, y cuya precisión ha sido probada para energías de impacto altas [1,2]. Mediante esta aproximación estudiamos la influencia de la descripción del estado atómico en el proceso de ionización. Para ello utilizamos diferentes potenciales aproximados como el potencial modelo de Talman o potenciales a partir de la inversión de la ecuación de Schrödinger, que incluyen una descripción más precisa de la energía de intercambio [2-4]. Las secciones eficaces de ionización simple son calculadas a partir de un desarrollo de ondas parciales, donde estudiamos las contribuciones de cada onda parcial a la sección eficaz para los potenciales considerados. A partir de los resultados obtenidos en los esquemas previos se puede describir en detalle la influencia de los electrones pasivos en el proceso de ionización dentro de las aproximaciones consideradas.

[1] M. R. C. McDowell, J. P. Coleman, *Introduction to the Theory of Ion-atom Collisions*, North-Holland Publishing Company (1970).

[2] S. D. López, M. R. Fiori and C. R. Garibotti, *Phys. Rev. A* 83 (2011) 032716.

[3] J. D. Talman and W. F. Shadwick, *Phys. Rev. A* 14 (1976) 36.

[4] A. M. P. Mendez, D. M. Mitnik and J. E. Miraglia, *J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys.* 47 (2014) 245004.

049. Eliminación de oscilaciones espurias en espectros de fotoionización

Barlari Martín^{1 2}, Arbó Diego^{1 2 3}, Gravielle María Silvia¹, Della Picca Renata^{4 5}, Mitnik Darío¹

¹ *Instituto de Astronomía y Física del Espacio (IAFE)*

² *Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN)*

³ *Ciclo Básico Común, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN)*

⁴ *Instituto Balseiro (IB) San Carlos de Bariloche*

⁵ *Centro Atómico Bariloche (CNEA-CONICET)*

Presentamos [1] un método para calcular probabilidades de transición en problemas de fotoionización unidimensionales. Nuestro enfoque consiste en resolver la ecuación de Schrödinger

dependiente del tiempo (TDSE) y proyectar su solución sobre estados scattering con condiciones de contorno entrantes o salientes.

Tradicionalmente, el espectro de emisión de fotoelectrones se obtiene proyectando la función de onda evolucionada temporalmente sobre los autoestados del continuo del Hamiltoniano no perturbado (independiente del tiempo). Sin embargo, cuando el potencial espacial es simétrico, tanto el estado inicial ligado como los estados finales del continuo presentan paridad bien definida [2]. La función de onda propagada conserva rasgos estructurales del estado inicial ligado, incluida su paridad, aunque de forma aproximada. Como consecuencia, los cambios en la paridad de los estados del continuo pueden introducir variaciones significativas en las proyecciones [3], generando oscilaciones espurias en el espectro de emisión electrónica calculado.

Nuestro método evita este problema empleando estados de scattering sin paridad definida. Además, permite calcular la emisión direccional, facilitando el estudio de asimetrías en la emisión.

Para ilustrar las capacidades del método de proyección sobre estados de dispersión, analizamos las probabilidades diferenciales parciales de fotoionización en superficies metálicas de Al(111) bajo pulsos láser ultracortos en incidencia rasante.

[1] M. Barlari et al., Eur. Phys. J. D. 79 (2025) 93 .

[2] Garriz et al., Eur. J. Phys. 31 (2010) 785.

[3] K. J. Schafer et al., Phys. Rev. A 42 (1990) 5794.

050. Teoría dependiente del tiempo de reconstrucción de batidos de attosegundos por interferencia de transiciones multifotónicas

Ocello Matías^{1 2}, López Sebastián D.³, Barlari Martín^{1 2}, Arbó Diego^{1 4 2}

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

² Instituto de Astronomía y Física del Espacio (IAFE)

³ Instituto de Investigación en Energías No Convencionales (INENCO)

⁴ Ciclo Básico Común, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN), UBA

La fotoionización es uno de los procesos fundamentales de la interacción luz-materia, y la física de attosegundos constituye un nuevo campo de investigación en este contexto [1,2]. Los estudios teóricos de la Reconstrucción del Batido Armónico de Attosegundos por Interferencia de Transiciones de Dos Fotones (RABBIT) se basan en el tratamiento perturbativo de un pulso láser de sonda (NIR) con respecto al campo eléctrico atómico y la bomba, que consiste en un tren de pulsos de attosegundos (XUV) [3]. En este trabajo, presentamos una descripción semiclásica no perturbativa de los retrasos de fase en la emisión de electrones de átomos de hidrógeno, basada en la aproximación de campo fuerte (SFA), que involucra más de dos fotones. Los tiempos de ionización se calculan mediante la Aproximación de Punto de Silla (SPA) y sirven para distinguir los diferentes paquetes de ondas electrónicas que contribuyen al esquema interferométrico RABBIT [2].

Observamos diferentes comportamientos de retraso de fase a diferentes intensidades del probe. Por ejemplo, para campos de sonda moderados e intensos (4×10^{11} W/cm²), los armónicos y las bandas laterales están en fase. Además, cuando el campo del probe es suficientemente débil, recuperamos la conocida regla general para los retardos de fase, desarrollada en la teoría perturbativa RABBIT [4,5]. Demostramos que la interferencia de diferentes vías dentro del mismo ciclo óptico (intraciclo), que contribuye a la energía final (ya sea de banda lateral o armónica), es responsable de los diferentes comportamientos de los patrones de interferencia. Las comparaciones con la solución numérica del SFA y la ecuación de Schrödinger dependiente del tiempo confirman la fiabilidad de nuestra teoría semiclásica no perturbativa.

[1] P. Agostini, Rep. Prog. Phys. 67 (2004) 813.

- [2] F. Krausz, *Nature Photonics* 8 (2014) 205.
[3] D. Guénot et al., *Phys. Rev. A* 85 (2012) 053424.
[4] S. D. López, M. Ocello and D. G. Arbó, *Phys. Rev. A* 110 (2024) 013104.
[5] D. G. Arbó, S. D. López and J. Burgdörfer, *Phys. Rev. A* 106 (2022) 053101.

051. Síntesis y caracterización de formiato de litio natural y enriquecido en ^7Li para dosimetría de radiación ionizante en campo mixto

Carrasquero Colina Marco Antonio^{1 2}, Alejandro Gabriela², Butera Alejandro^{1 2}

¹ *Instituto Balseiro (UNCuyo - CNEA), San Carlos de Bariloche*

² *Instituto de Nanociencia y Nanotecnología (Conicet - CNEA), San Carlos de Bariloche*

El formiato de litio monohidratado $\text{LiHCOO}\cdot\text{H}_2\text{O}$ (LiFo) es un compuesto orgánico con la propiedad de que al ser expuesto a radiación ionizante se producen radicales libres de larga vida media que pueden ser detectados mediante resonancia paramagnética electrónica para la estimación de dosis. El LiFo natural contiene un porcentaje de ^6Li que lo hace sensible a neutrones térmicos [1], mientras que el compuesto enriquecido en ^7Li solo es sensible a fotones. Con el objetivo de desarrollar un dosímetro sensible a un campo de radiación mixto de fotones y neutrones se sintetizó formiato de litio monohidratado, tanto natural como enriquecido en ^7Li (en un 99.9 %). La síntesis se realizó por precipitación en vía húmeda a partir de ácido fórmico e hidróxido de litio. Los materiales obtenidos fueron analizados por difracción de rayos X de polvos (DRX) y refinados por el método Rietveld, observándose la fase cristalina correspondiente al $\text{LiHCOO}\cdot\text{H}_2\text{O}$ [2] en ambas síntesis. Los estudios de termogravimetría (TG) se realizaron en el rango de 25 C a 390 C, registrándose en ambos compuestos una disminución de la masa por encima de 45 C, atribuible a la pérdida de la molécula de agua, lo cual limita la temperatura de secado de la solución. Esta temperatura es algo menor (aproximadamente 15 C) que la observada en un compuesto comercial [3], lo cual podría atribuirse a la diferente microestructura obtenida en nuestra síntesis. La comparación de medidas de espectroscopía infrarroja (IR) en ambos compuestos muestra diferencias en las energías de algunos picos atribuibles a vibraciones internas del ion formiato y a la libración de la molécula de agua [4]. Se está investigando el posible origen de estos corrimientos.

- [1] G. Alejandro, J Longhino, N. R. Alvarez, E Pawlak and A. Butera, *J. Phys. D: Appl. Phys.* 53 (2020) 165001.
[2] A. Enders-Beumer and S. Harkema, *Acta Crystallography B* 29 (1972) 682.
[3] G.P. Nagabhushana, Radha Shivaramaiah and Alexandra Navrotsky, *J. Chem. Thermodynamics* 118 (1985) 325.
[4] K. Mouaine and C. Carabatos-Nédelec, *Phys. Stat. Sol. (b)* 200 (1997) 273.

052. Análisis de muestras de leche en polvo comerciales utilizando microanálisis con sonda de electrones

Daruich Aguilar Delfina Eugenia^{1 2}, Lazarte Juliana^{1 2}

¹ *Asociación Física Argentina (AFA)*

² *Grupo de Espectroscopía Atómica y Nuclear, Facultad de Matemática Astronomía, Física y Computación (FAMAF), Universidad Nacional de Córdoba (UNC)*

En este trabajo se realizó un análisis elemental de cinco muestras comerciales de leche en polvo mediante microanálisis con sonda de electrones. La cual se basa la detección de los rayos X característicos emitidos luego del bombardeo con electrones y la posterior extracción de las concentraciones másicas elementales. El objetivo principal fue determinar la composición de los

óxidos, sales minerales y metales de las muestras y compararla con los valores declarados por los fabricantes, evaluando la autenticidad y calidad del producto. Para esto se aplicó el método de cenizas, mediante el cual las muestras fueron calcinadas utilizando dos fuentes de calor distintas (mufla y salamandra). De esta forma se elimina la materia orgánica, permitiendo así un análisis más preciso de los componentes inorgánicos. Se cuantificaron elementos como calcio, fósforo, sodio, potasio, entre otros, y se calculó la fracción de masa restante tras la calcinación. Los resultados mostraron variaciones significativas entre métodos de calcinación y con respecto a la información nutricional. Se detectaron inconsistencias en algunos elementos (ej.: calcio y fósforo) respecto a la información nutricional, así como la presencia de elementos no declarados (cloro, potasio, magnesio, azufre, fósforo). Se concluye que la calcinación asegurando una atmósfera reductora ofrece mediciones más confiables y que el método SEM-EDS es útil para evaluar la composición elemental de alimentos en polvo.

053. Desarrollo de metodologías para el estudio de la interacción líquido-matriz por RMN de campo bajo

Díaz Marull Patricio^{1 2}, Acosta Rodolfo Hector^{1 2}, Garro Linck Yamila^{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)

La Resonancia Magnética Nuclear (RMN) es una técnica de caracterización muy poderosa y versátil. Desde su descubrimiento ha sido utilizada en diversos campos como la química, la física, la biología y la medicina [1], permitiendo la caracterización detallada de materiales y sistemas biológicos a nivel molecular, entre ellos se encuentran los materiales porosos. Una de sus principales ventajas es que es no invasiva y tiene alta sensibilidad a pequeños cambios en las interacciones entre los líquidos confinados y las superficies. Estos sistemas porosos se encuentran en una amplia variedad de materiales de uso común, como alimentos [2], materiales de construcción [3] y tejidos humanos [4], entre otros.

El estudio y la caracterización de estos materiales son esenciales, no solo para comprender los procesos naturales que ocurren en ellos, sino también para el desarrollo de nuevas tecnologías industriales. Además, la investigación de los fluidos dentro de los poros de estos materiales es fundamental en diversas áreas, como la sedimentación de suelos, las trampas de CO₂ en desechos industriales y la extracción de crudo en la industria petrolera [5, 6]. La física de estos mecanismos está determinada por el flujo de líquidos a través de sistemas porosos, lo que pone la dinámica de fluidos confinados en primer plano.

En este trabajo se desarrollaron secuencias de pulsos de RMN para poder medir el tiempo de relajación en el sistema rotante ($T_{1\rho}$) en imanes de campo bajo, tanto de forma unidimensional como en un mapa $T_1-T_{1\rho}$. El $T_{1\rho}$, conocido como tiempo de relajación espín-red en el sistema rotante, es la constante característica de decaimiento de la magnetización durante la aplicación de un campo de radiofrecuencia B_1 típicamente perpendicular al campo externo. Es análogo a la relajación T_1 , excepto que describe la relajación en presencia de un campo magnético efectivo que surge de la adición del campo B_1 al campo externo B_0 . El tiempo de relajación $T_{1\rho}$ es sensible a movimientos a la frecuencia del campo aplicado B_1 , del orden de decenas de kHz, mientras que T_1 es sensible a movimientos a la frecuencia de Larmor (del orden de los MHz). Estas nuevas secuencias de pulsos fueron aplicadas a sistemas modelos y a rocas de reservorios convencionales.

[1] R. W. Mair et al, J. Magn. Reson. 156 (2002) 202.

[2] A. Gueven and Z. Hicsasmaz, SpringerBriefs Food Health Nutr. (2013).

- [3] D. A. Quenard et al, Mater. Struct. 31 (1996) 317.
- [4] H. Y. La et al, Proc. IEEE Annu. Bioeng. Conf. (2003).
- [5] A. Satter and G. M. Iqbal, Reservoir Eng. (2016) 155.
- [6] M. C. Bowers et al, J. Petrol. Sci. Eng. 3 (1995) 14.

054. Coalescencia de nanopartículas inducida por la irradiación del haz de electrones de un TEM

Fanjul Cristian Hernán¹, Azcárate Julio C.², Zelaya Eugenia²

¹ Instituto Balseiro (IB), Universidad Nacional de Cuyo (UNCuyo)

² Depto de Materiales Funcionales y Estructurales, Gerencia de Física, Centro Atómico Bariloche - CONICET, Bariloche, Río Negro

La microscopía electrónica de transmisión (TEM) es una herramienta fundamental y versátil para la caracterización de nanomateriales, permitiendo obtener información morfológica, cristalográfica y química. Sin embargo, el alto flujo de electrones acelerados ($\sim 10^7 \text{e/nm}^2 \text{s}$), típicamente a 200 kV, que inciden sobre la muestra puede inducir cambios estructurales o químicos en el material, un fenómeno conocido como daño por irradiación [1]. A diferencia de los materiales en estado masivo o bulk, el comportamiento de los nanomateriales bajo estas condiciones es particularmente sensible y requiere una atención especial, ya que su gran relación superficie-volumen y las propiedades únicas a nanoescala pueden amplificar los efectos de la interacción con la radiación.

En este trabajo, estudiamos la coalescencia de nanopartículas de oro (AuNPs) recubiertas con dodecanotiol inducida por la irradiación de un haz de electrones en el TEM. Observamos un fenómeno de *jump-to-coalescence*, donde las partículas se aproximan de forma abrupta cuando la distancia entre sus bordes alcanza un valor crítico. Para cuantificar este fenómeno, caracterizamos la distancia borde a borde entre las partículas en función del tiempo. Cada observación constaba de una secuencia de entre 10 a 50 imágenes tomadas cada 15 s aproximadamente. Se trabajó en la automatización de la identificación de los bordes de cada partícula en cada imagen, se binariza y se circunscribe cada partícula con una elipse. Nuestros resultados experimentales mostraron que la coalescencia ocurre de manera repentina cuando las partículas se encuentran a una distancia crítica entre 0,5 y 1,2 nm. Este rango es consistente con observaciones previas en la literatura [2-4]. Es interesante notar que el rango de distancia entre las AuNPs es independiente del medio en que se encuentran: en vacío con moléculas que la recubran [2], en vacío sin moléculas [3] o en agua [4].

Existen en la literatura propuestas de modelos que explican cada una de las observaciones, dependiendo de las condiciones del experimento [3,4]. Nuestro aporte principal es la propuesta de un modelo teórico original simple para explicar la naturaleza abrupta de la coalescencia a distancias cortas de manera general. El modelo se basa en la idea de que cuando el haz de electrones ioniza una de las nanopartículas quedando con carga positiva, se induce la polarización de la partícula vecina resultando en una fuerza atractiva. Se asocia entonces las nanopartículas a dos esferas conductoras, una de ellas cargada positivamente y empleando el método de imágenes se calcula la fuerza interactuante. Los resultados más sobresalientes muestran que la magnitud de la fuerza atractiva aumenta considerablemente para el rango de distancias observadas experimentalmente. Asimismo, el modelo muestra la dependencia inversamente proporcional de la fuerza atractiva con el tamaño de las partículas. En otras palabras, las partículas más pequeñas muestran fuerzas atractivas mayores que las partículas de mayor tamaño. Esto coincide con la evidencia experimental de que es más frecuente la coalescencia de AuNPs pequeñas (2-4 nm) y es poco frecuente en las grandes (mayores a 6 nm). Por otro lado, el modelo también predice

que en el caso hipotético de que ambas partículas vecinas se encuentren con carga positiva simultáneamente, la fuerza de repulsión es tan intensa que conduciría a movimientos muy rápidos de ambas partículas. Dado que esto no se observa experimentalmente, apoya la hipótesis inicial de que es más probable el caso en el que una sola de las partículas pueda tener carga positiva y la otra sea neutra en el rango de tiempo hasta que se repone la carga desde el sustrato. Este modelo simple es más genérico que los propuestos hasta el momento y es versátil para considerar diferentes condiciones de tamaño y variaciones en el medio dieléctrico.

[1] R. F. Egerton, *Microsc. Res. Tech.*, 75 (2012) 1550.

[2] J. C. Azcárate, M. H. Fonticelli, E. Zelaya, *J. Phys. Chem. C* 121 (2017) 26108.

[3] W. Neng, L. Shuang-ying, X. Jun, M. A. Martini, *Nanotechnology*, 27 (2016) 205605.

[4] C. Zhu, S. Liang, E. Song, Y. Zhou, W. Wang, F. Shan, Y. Shi, C. Hao, K. Yin, T. Zhang, J. Liu, H. Zheng, L. Sun, *Nature Comm.* 9 (2018) 421.

055. Secciones eficaces de ionización de agua por impacto electrónico

Sanchez M. V.¹, De Sanctis M. L.^{1 2}, Fojón O. A.^{1 2}

¹ Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura (FCEIA), Rosario

² Instituto de Física Rosario (IFIR)

La ionización de moléculas de agua es una reacción relevante en dominios como la física de plasmas, experimentos de fusión, astrofísica y radiobiología. En esta última resulta de interés el efecto de las radiaciones ionizantes sobre la materia biológica. Dado que en general las células están compuestas mayoritariamente por agua en fase líquida, se suele modelizar a las mismas mediante esta molécula. Así, se pueden describir los efectos de dichas radiaciones ionizantes mediante las reacciones que provocan sobre la molécula de agua, en particular la ionización por impacto de electrones de alta energía.

Con el objeto de comprender las mencionadas reacciones, realizamos un estudio teórico de la ionización simple de moléculas en fase gaseosa por impacto de electrones veloces. Utilizamos un modelo perturbativo de primer orden y consideramos colisiones asimétricas en una geometría coplanar. Obtenemos los observables de la reacción, esto es, las secciones eficaces mediante cálculo numérico.

El estado inicial ligado de la molécula se representa mediante combinaciones lineales de funciones gaussianas centradas en cada átomo de la molécula de agua. De esta forma damos cuenta de forma aproximada de la estructura geométrica de la molécula. Los electrones incidente y dispersado se representan mediante ondas planas mientras que el electrón eyectado se describe con una onda coulombiana.

Comparamos nuestras predicciones con datos experimentales [1], cálculos teóricos [1-3], y además con cálculos previos para la fase líquida del agua [4-6]. Encontramos diferencias para las secciones doble diferenciales, simple diferenciales y totales correspondientes a la fase líquida y la fase gaseosa.

[1] X. Ren et al, *Phys. Rev. A* 95 (2017) 022701.

[2] E. Acebal and S. Otranto, *Phys. Rev. A* 98 (2018) 012703.

[3] M. Gong et al, *Phys Rev. A* 98 (2018) 042710.

[4] M. L. de Sanctis, M.-F. Politis, R. Vuilleumier, C. Stia and O. A. Fojón, *J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys.* 45 (2012) 045206.

[5] M. L. de Sanctis, M.-F. Politis, R. Vuilleumier, C. R. Stia and O. A. Fojón, *J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys.* 48 (2015) 155201.

[6] M. L. de Sanctis, M.-F. Politis, R. Vuilleumier, C. R. Stia and O. A. Fojón, *Eur. Phys. J. D* 71 (2017) 125.

056. Oxidación atmosférica de C_2Cl_4 iniciada por átomos de Cl: mecanismos de reacción y formación de productos finales en presencia de O_2

Gómez Nicolás Damián¹, Badenes María Paula¹, Tuccheri María Eugenia¹, Cobos Carlos Jorge¹

¹ Instituto de Investigaciones Fisicoquímicas Teóricas y Aplicadas (INIFTA), Universidad Nacional de La Plata, Departamento de Química, Facultad de Ciencias Exactas

El tetracloroetano (C_2Cl_4) se utiliza principalmente como disolvente industrial y presenta emisiones atmosféricas significativas. Para evaluar su impacto ambiental es fundamental caracterizar su reactividad frente a los principales oxidantes atmosféricos, entre ellos los átomos de cloro (Cl). Estudios previos indican que la reacción $C_2Cl_4 + Cl$ transcurre mediante la adición del Cl al doble enlace, generando el radical C_2Cl_5 [1].

En este trabajo se investigó, mediante métodos de química cuántica de alto nivel, la secuencia completa de reacciones que conduce a los productos estables cuando la oxidación de C_2Cl_4 se inicia por Cl. Las geometrías de reactivos, intermedios, estados de transición y productos se optimizaron al nivel M06 2X/6 311+G(3df), y las energías se refinaron con el método compuesto G4.

El radical C_2Cl_5 reacciona rápidamente con O_2 para formar $C_2Cl_5O_2$, cuya evolución depende de la presencia de NO:

Mecanismo 1 (en ausencia de NO): $2 C_2Cl_5O_2 \longrightarrow 2 C_2Cl_5O + O_2$

Mecanismo 2 (en presencia de NO): $C_2Cl_5O_2 + NO \longrightarrow C_2Cl_5O + NO_2$

A continuación, el radical C_2Cl_5O puede descomponerse por dos rutas competitivas:

$C_2Cl_5O \longrightarrow CCl_3C(O)Cl + Cl$ (a)

$C_2Cl_5O \longrightarrow CCl_2O + CCl_3$ (b)

Las constantes de velocidad de ambos canales se calcularon mediante teoría del estado de transición en su versión canónica (CTST), y se obtuvieron constantes de disociación específicas utilizando la teoría RRKM. Estos resultados permiten estimar la eficiencia de formación de $CCl_3C(O)Cl$ y CCl_2O bajo condiciones atmosféricas representativas, aportando datos clave para modelar el destino de C_2Cl_4 en la troposfera.

[1] L. P. Thüner, I. Barnes, K. H. Becker, T. J. Wallington, L. K. Christensen, J. J. Orlando and B. Ramacher, J. Phys. Chem. A 103 (1999) 8657.

057. Transmisión de información cuántica molecular sin mediar enlaces entre emisor y receptor

Lezcano Mendez Augusto¹, Bajac Daniel Fernando Esteban¹, Aucar Gustavo Adolfo¹

¹ Instituto de Modelado e Innovación Tecnológica (IMIT), Universidad Nacional del Nordeste (UNNE), Corrientes (capital)

Recientemente hemos logrado completar el desarrollo de una teoría mediante la cual se propone la existencia de entrelazamiento entre excitaciones virtuales de orbitales moleculares localizados. Su primera aplicación consistió en establecer la correlación entre el acoplamiento indirecto entre espines nucleares separados por tres enlaces, y la información mutua contenida en los conjuntos de excitaciones virtuales correspondientes a las dos regiones moleculares involucradas [1,2]. Para el desarrollo de esta teoría hemos utilizado herramientas propias de la teoría de respuestas y de la información cuántica.

Dados los primeros resultados alentadores de nuestra teoría nos hemos enfocado a ampliar el rango de sus aplicaciones. Pretendemos responder a preguntas relacionadas con el alcance del entrelazamiento arriba mencionado y los diferentes mecanismos electrónicos que podrían estar

involucrados en su transmisión.

En esta comunicación presentamos resultados recientes sobre la probable transmisión del entrelazamiento entre las excitaciones virtuales que contribuyen al mecanismo denominado "through-space" (TS) de la resonancia magnética nuclear. Este mecanismo describe la transmisión información cuántica entre espines nucleares sin mediar enlaces electrónicos entre ellos [3].

Se presentan estudios de entrelazamiento en sistemas moleculares en los que el acoplamiento indirecto TS tiene un valor significativo. Entre ellos se encuentran los que se transmiten a través de enlaces de hidrógeno [4]. Nuestros resultados indican que efectivamente ocurre la transmisión de la información cuántica a través del espacio, un efecto factible aunque no demostrado previamente.

[1] L. Millán, C. G. Giribet and G. A. Aucar, Phys. Chem. Chem. Phys. 20 (2018) 24832.

[2] D. F. E. Bajac, A. E. Zapata and G. A. Aucar. J. Chem. Theory Comput. 21 (2025) 4674.

[3] J. C. Hierso. Chem. Rev. 114 (2014) 4838.

[4] R. H. Contreras y otros. Magn. Res. in Chem. 31 (1993) 836.

058. Estudio teórico de la Dispersión Inelástica Resonante de Rayos X Dispersiva en Energías

Minelli Valentina¹, Perez Roberto Daniel^{2 1}

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

² Instituto de Física Enrique Gaviola (IFEG), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

La Dispersión Inelástica Resonante de Rayos X (RIXS) es una técnica basada en el decaimiento radiativo que ocurre tras la excitación de un electrón a niveles de valencia, constituyendo así un proceso de segundo orden [1]. En los últimos años, esta técnica, ha sido reconocida como una rica fuente de información logrando un considerable crecimiento. Esto provocó que técnicas derivadas como Dispersión Inelástica Resonante de rayos X Dispersiva en Energías (EDIXS) comenzaran a desarrollarse recientemente [2]. Con EDIXS es posible caracterizar el entorno químico local de una muestra en forma no destructiva mediante la determinación de estados de valencia y números de coordinación. En este contexto es de utilidad disponer de una metodología para la evaluación teórica de los espectros EDIXS que facilite la interpretación de los resultados obtenidos en muestras incógnitas. En este trabajo se desarrollaron simulaciones de espectros EDIXS de cinco compuestos de cobre (Cu₂O, Cl₂Cu, SO₄Cu y Cu) y se validaron con mediciones realizadas con radiación sincrotrón [3]. Para efectuar las simulaciones, se utilizó la expresión para la sección eficaz RIXS derivada de la teoría de perturbaciones dependientes del tiempo. Las simulaciones se desarrollaron en dos etapas: la primera consistió en simular la intensidad del oscilador empleando el programa gratuito FDMNES [4]. Posteriormente se desarrolló un programa para calcular los espectros RIXS partiendo de la intensidad del oscilador, siguiendo los lineamientos propuestos por trabajos científicos recientes [5]. Por último, para obtener los espectros EDIXS se realizó una convolución de los espectros RIXS con la función respuesta del detector dispersivo en energías. La comparación con las mediciones experimentales se realizó mediante un Análisis por Componentes Principales (PCA) usando el programa R [6].

[1] J. Stöhr, 2023. The nature of X-rays and their interactions with matter. Chapters 10, 12 and 13. Springer Nature, Switzerland.

[2] J. J. Leani, J. I. Robledo and H. J. Sánchez, Spectrochim. Acta Part B 154 (2019) 10.

[3] D. A. Riego, V. M. Sbarato, J. J. Leani, H. J. Sánchez, I. Carlomagno and R. D. Perez, Anal. Chim. Acta 1329 (2024) 343201.

[4] Y. Joly. FDMNES Code for X-ray Spectroscopy Simulations. CNRS, Francia, 2025. Disponible

en: <https://fdmnes.neel.cnrs.fr/> Free Software Foundation, 2023. Versión 9.1.0.

[5] H. Hayashi, R. Takeda, Y. Udagawa, T. Nakamura, H. Miyagawa, H. Shoji, S. Nanao and N. Kawamura, Phys. Rev. B 68 (2003) 045122.

[6] Core Team. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Viena, Austria, 2023. Versión 4.5.0. Disponible en: <https://www.R-project.org/>

059. Diseño y construcción de una cámara de niebla por difusión para la detección de partículas ionizantes.

Nabergoi Micaela¹, Lewkowicz Ivan¹, Ferreyro Luciano², Fuster Alan²

¹ *Universidad de Buenos Aires (UBA)*

² *Instituto de Tecnologías en Detección y Astropartículas (ITeDA)*

La cámara de niebla fue inventada por Charles Thomson Rees Wilson con el fin de estudiar la formación de nubes y distintos fenómenos asociados, como comprender cómo se formaban las gotas de agua en el aire. En su primera versión, denominada de expansión, el aire dentro de un dispositivo sellado se satura con vapor de agua o algún alcohol volátil; luego, se genera una expansión prácticamente adiabática de la mezcla (inicialmente en equilibrio) mediante un diafragma, lo que enfría el sistema y provoca la condensación del vapor. A esta nueva temperatura, la cantidad de vapor presente es mayor que la que estaría en equilibrio con el líquido, quedando así en estado de supersaturación. Los iones en el gas actúan como núcleos de condensación, lo que permite visualizar el paso de partículas cargadas como alfas, betas o muones.

Las cámaras de niebla han sido herramientas fundamentales en la detección de partículas ionizantes, desempeñando un papel clave en la física de partículas entre 1920 y 1950, hasta su reemplazo por las cámaras de burbujas. Sin embargo, siguen siendo dispositivos muy valiosos para la divulgación científica y la iniciación en mediciones de laboratorio, no solo por su posibilidad de construcción accesible, sino también porque permiten integrar técnicas modernas de procesamiento de imágenes aplicables a diversas áreas, o explorar principios de enfriamiento alternativos (recordando el diafragma utilizado por Wilson o el pistón que implementó Blackett). En este trabajo presentamos el diseño y construcción de una cámara de niebla de difusión, cuyo método de enfriamiento de la superficie fría se basa en sistemas de Heating, Ventilation and Air Conditioning (HVAC), donde se opera con un gas específico (R134a) que es comprimido, condensado, expandido y finalmente evaporado. Esto permite alcanzar temperaturas mínimas estables del orden de los -30°C y establecer un gradiente térmico definido entre la superficie fría y la región superior, donde se encuentra el alcohol isopropílico.

El compresor opera de forma continua según la temperatura medida por un sensor en la evaporadora y un controlador que permite mantenerla en un valor determinado. El diseño de la cámara incluye un orificio para introducir fuentes o materiales de baja radiactividad (alfas) como radón, torio (presente en camisas incandescentes) o americio; manteniendo la hermeticidad del sistema y evitando turbulencias en el vapor supersaturado. La cámara fue fabricada con placas de acrílico, contenedores calefaccionados para el alcohol isopropílico y una estructura térmicamente aislada que favorece la formación estable de una región de vapor supersaturado. Además, dispone de un mecanismo de recuperación del alcohol que se condensa sobre la superficie fría, permitiendo su recirculación dentro del sistema.

060. Efectos de corto alcance en fotoionización atómica

Rivero Lucas Hernán¹, Barboza José Maximiliano Damián¹, Fiori Marcelo Raul¹, López Sebastián David²

¹ *Facultad de Cs. Exactas, Universidad Nacional de Salta (UNSa)*

² *Instituto de Investigación en Energías No Convencionales (INENCO) (UNSa-CONICET)*

Los efectos de corto alcance en la ionización atómica por absorción de un fotón están vinculados a la dinámica del electrón ionizado en presencia de los electrones pasivos. Estos efectos pueden ser incluidos en el modelo de un electrón activo de manera aproximada mediante potenciales centrales efectivos. En este trabajo analizamos la probabilidad de ionización y la fase del paquete de onda del electrón ionizado dentro de la aproximación dipolar para átomos de helio, neón y argón. Las funciones de onda y las fases son calculadas mediante potenciales centrales modificados: el potencial de Green, Sellin y Zachor (GSZ), el potencial modelo optimizado de Talman (OPM) y los obtenidos por inversión de la Ecuación de Schrödinger (DIM) [1-3]. Dentro de la aproximación dipolar [4], los efectos de la fase de corto alcance en los espectros para la emisión desde orbitales con momento angular nulo (orbitales s) se anulan debido a las reglas de selección. Por otra parte, la emisión desde orbitales con momentos angulares mayores o iguales a uno se debe a la interferencia entre dos caminos cuánticos diferentes, donde las fases son imprescindibles para describir la suma coherente entre los términos que dan lugar al espectro fotoelectrónico. A partir de estas diferencias examinamos estos efectos en profundidad.

[1] J. D. Talman and W. F. Shadwick, Phys. Rev. A 14 (1976) 36.

[2] A. E. S. Green, D. L. Sellin and A. S. Zachor, Phys. Rev. 184 (1969) 1.

[3] A. M. P. Mendez, D. M. Mitnik and J. E. Miraglia, J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys. 47 (2014) 245004.

[4] C. J. Joachain, N. J. Kylstra and R. M. Potvliege, Atoms in intense laser fields, Cambridge University Press (2012).

061. Estudio de superficies de materiales protésicos mediante dispersión inelástica resonante de rayos X y técnicas de radiación de sincrotrón complementarias

Romero Carena Francisco^{1 2 3}, Leani Juan José^{1 2 3}, Sánchez Héctor Jorge^{1 2 3}

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

² *Instituto de Física Enrique Gaviola (IFEG), Córdoba Capital*

³ *Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)*

En el presente trabajo se estudian muestras de titanio consistentes en cortes transversales de prótesis dentales, con el objetivo de identificar características en su superficie que puedan influir en el éxito o fracaso del implante. Para ello, se aplica por primera vez la técnica Espectroscopía de Dispersión Inelástica de Rayos X Dispersiva en Energía de Rango Extendido o EDIXS+. Esta, a diferencia de la técnica EDIXS convencional, abarca un rango de energías extendido, incorporando más fenómenos al análisis. Esto permite caracterizar y discriminar con resolución micrométrica los estados del titanio en la superficie de la muestra, incluyendo su estado de oxidación, estructura electrónica y densidad, algo difícil de lograr con técnicas convencionales. Esta metodología explota principalmente la Dispersión Inelástica Resonante de Rayos X (RIXS) y la rica información contenida en sus espectros, la cual se extrae e interpreta mediante Análisis de Componentes Principales (PCA). Dado que RIXS es un proceso de segundo orden que se vuelve dominante bajo condiciones de resonancia, las mediciones se realizaron en la estación de la IAEA de la línea de luz de Fluorescencia de rayos X (10.1) del sincrotrón ELETTRA (Italia), aprovechando las ventajas experimentales que esta fuente ofrece. Los resultados permiten identificar diferencias en las capas superficiales de Ti entre implantes nuevos e implantes fallidos, evidenciando la importancia de un adecuado tratamiento superficial para la osteointegración de la prótesis.

FÍSICA MÉDICA

Martes 16 y Miércoles 17 17:00 - 18:30 hs.

Sala Pettoruti, TACPA

Pósters impares se exhiben Martes 16 y pósters pares Miércoles 17

062. Modelado estocástico de respuestas motoras inducidas por estímulos auditivos: herramientas cuantitativas para la rehabilitación sensoriomotora

Arlenghi Albertina¹, Guber Dana², Pacheco Marianela^{2 3 4}, Costabel Marcelo², Gasaneo Gustavo^{1 2 5}

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

² Instituto de Física del Sur (IFISur), Departamento de Física, Universidad Nacional del Sur - CONICET, Bahía Blanca, Argentina

³ Instituto de Ciencias e Ingeniería de la Computación, Universidad Nacional del Sur, CONICET, Bahía Blanca, Argentina

⁴ Doctorado en Neurociencias, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina

⁵ Centro Integral de Neurociencias Aplicadas, Bahía Blanca, Argentina

Los trastornos sensoriales pueden originarse por diversas etiologías, ya sea por condiciones congénitas o patologías adquiridas. Independientemente de su origen, ciertas intervenciones terapéuticas dirigidas pueden mejorar las capacidades funcionales de los individuos afectados. Dado que las respuestas motoras dependen tanto del ingreso sensorial como de la planificación motora, resulta fundamental evaluar cada etapa del ciclo percepción-acción. Una caracterización detallada de dichas etapas permite construir un marco cuantitativo para analizar el impacto de la musicoterapia y la eficacia de diversos protocolos terapéuticos. Este estudio aborda las respuestas motoras frente a estimulación auditiva periódica como punto de partida para comprender el acoplamiento perceptivo-motor. Los movimientos de los dedos, inducidos por un metrónomo, fueron registrados mediante técnicas de captura de movimiento basadas en video. A partir de las series temporales de desplazamiento vertical de los dedos, se extrajeron parámetros cinemáticos clave, como el período y la amplitud del movimiento. Las distribuciones empíricas de estos parámetros fueron modeladas utilizando funciones gaussianas para capturar la variabilidad subyacente. El objetivo principal fue construir una representación estocástica de las respuestas motoras, incorporando aleatoriedad a través de las variaciones en período y amplitud. Este enfoque permitió generar patrones sintéticos de movimiento que replican las propiedades estadísticas observadas en los datos experimentales. Comparando series temporales reales y simuladas, se evaluó la capacidad del modelo para reproducir el comportamiento motor observado. Este marco metodológico proporciona una herramienta cuantitativa sólida para caracterizar las respuestas motoras inducidas por estímulos auditivos, contribuyendo al desarrollo de instrumentos diagnósticos y estrategias terapéuticas en el ámbito de la rehabilitación sensoriomotora.

063. Set de datos para tomografía de microondas en tejido óseo

Irastorza Ramiro M.^{1 2}, Benary Matías³, Cervantes María José¹, Costa Celeste¹, Collavini Santiago⁴, Cely-ortíz Catalina A.¹, Caiafa César F.^{5 6}

¹ Instituto de Física de Líquidos y Sistemas Biológicos (IFLYSIB), Ciudad de La Plata

² Facultad Regional La Plata (FRLP)

³ Universidad Nacional Arturo Jauretche (UNAJ), Florencio Varela

⁴ Estudios en Neurociencias y Sistemas Complejos (ENyS-CONICET, Hospital El Cruce, UNAJ), Florencio Varela

⁵ *Instituto Argentino de Radioastronomía (IAR)*

⁶ *Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires (FIUBA)*

El desarrollo de aplicaciones biomédicas en la técnica de imágenes por microondas ha experimentado un crecimiento exponencial a partir del auge de la inteligencia artificial. Las principales áreas de aplicación corresponden al diagnóstico del cáncer de mama y la detección de accidentes cerebrovasculares. En general, los modelos basados en aprendizaje profundo requieren grandes volúmenes de datos experimentales; sin embargo, en el caso particular de la tomografía por microondas, dichos datos son limitados. Por esta razón, es común recurrir a datos sintéticos generados mediante simulaciones, incluyendo aquellos obtenidos mediante redes generativas antagónicas. En el presente trabajo se desarrolla un conjunto de datos basados en cortes anatómicos de tobillo y muñeca, a partir de archivos en formato DICOM de pacientes reales. Éstos se utilizan para construir modelos aptos para ser empleados en métodos numéricos, tales como el método de elementos finitos o el método de diferencias finitas en el dominio del tiempo. El software desarrollado automatiza los procesos de segmentación y generación de geometrías. Además, estos modelos se integran con herramientas de simulación desarrolladas por nuestro grupo, mediante las cuales se reproducen mediciones comparables a las obtenidas por nuestro prototipo experimental actualmente en desarrollo.

064. Intercomparación de monitores en un servicio de medicina nuclear

Cardelli Agustina¹, Lagarrigue Nathalie Paulette¹, Lanzone Candela¹, Sanz Vanesa^{2 3}, Taube Malena^{3 4}, Corti Agustina³

¹ *Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas (FCE), UNLP*

² *Fundación Centro Diagnostico Nuclear, Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA)*

³ *Laboratorio de Dosimetría y Protección Radiológica (LaDoPro), Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas (FCE), UNLP*

⁴ *Centro de Investigaciones y Transferencia Santa Cruz, CONICET*

Los detectores Geiger-Muller y las cámaras de ionización son instrumentos de radioprotección fundamentales en instalaciones que utilizan fuentes abiertas de radiación ionizante, como es el caso de los Servicios de Medicina Nuclear. Se utilizan principalmente para realizar los monitoreos de áreas y superficies rutinarios, y para detectar posibles contaminaciones debido al uso del material radiactivo. En el marco de la materia Física de la Salud de la carrera de la Lic. en Física Médica de la Universidad Nacional de La Plata se desarrolló este trabajo con el fin de realizar una intercomparación entre tres detectores diferentes: una cámara de ionización y dos detectores Geiger-Müller, utilizando como referencia un monitor verificado recientemente por el Centro Regional de Referencia con Patronos Secundarios para Dosimetría (CRRD) de la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) y una fuente de ¹³⁷Cs certificada. Para analizar las respuestas de los detectores en función de la tasa de dosis se realizaron medidas a distintas distancias fuente-detector. Los resultados permitieron evaluar el comportamiento de los equipos en condiciones controladas y analizar su confiabilidad para la realización de tareas rutinarias de vigilancia radiológica.

065. Caracterización de la dinámica temporal de la entropía de permutación en señales EEG durante el sueño

Del Río Candela¹, De Las Heras Fatima¹, Dimatz Federico¹, Duarte Cristina Daiana², Gasaneo Gustavo^{2 3}

¹ *Departamento de Física, Universidad Nacional del Sur (UNS), Bahía Blanca, Argentina*

² *Instituto de Física del Sur (IFISur), Departamento de Física, Universidad Nacional del Sur (UNS) - CONICET, Bahía Blanca, Argentina*

³ *Centro Integral de Neurociencias Aplicadas, Bahía Blanca, Argentina*

El sueño, estado biológico universal y fundamental para la salud cerebral, se estructura en ciclos de 90 a 120 minutos que incluyen fases diferenciadas: REM (Rapid Eye Movement) y NREM, esta última subdividida en N1, N2 y N3. La polisomnografía (PSG), técnica estándar en el estudio del sueño, permite registrar múltiples variables fisiológicas durante la noche, destacando la electroencefalografía (EEG) como herramienta clave para analizar la actividad eléctrica cerebral. Debido a su naturaleza no lineal, las señales EEG han sido estudiadas mediante enfoques de sistemas complejos e información. En particular, la metodología de Bandt y Pompe, basada en patrones ordinales (PO), ofrece una vía robusta y eficiente para caracterizar las diferentes etapas del sueño. Esta técnica transforma la señal original en secuencias de PO, desde las cuales se calcula la Entropía de Permutación (EP), una medida de complejidad que considera la distribución de probabilidad de los PO.

Este estudio aplicó dicha aproximación al análisis de registros EEG nocturnos de individuos sanos. Las señales fueron segmentadas en épocas de 30 segundos para generar PO y calcular la EP en cada intervalo. Posteriormente, se modeló la evolución temporal de esta medida mediante un sistema matemático análogo a un oscilador amortiguado perturbado por ruido fractal.

Los resultados muestran que la dinámica de la EP se ajusta consistentemente al modelo propuesto, revelando una estructura recurrente y estable en sujetos sin alteraciones del sueño. Esta caracterización constituye una referencia para identificar desviaciones en poblaciones con trastornos, y abre camino al desarrollo de biomarcadores no invasivos para diagnóstico temprano.

066. Caracterización radioluminiscente del MgB₄O₇ frente a radiación Beta

Di Rocco Agustina^{1 2}, Lester Marcelo^{1 2}, Marcazzó Julián^{1 2}

¹ *Instituto de Física Arroyo Seco (IFAS), Tandil*

² *Centro de Investigaciones en Física e Ingeniería del Centro de la Provincia de Buenos Aires (CIFICEN), Tandil*

La respuesta luminiscente de los materiales sometidos a radiación ionizante es un factor clave en el desarrollo de nuevos centelladores y dosímetros. En este trabajo, se presenta un estudio sobre la radioluminiscencia (RL) del tetraborato de magnesio (MgB₄O₇) sintetizado con diferentes dopantes al ser expuesto a radiación beta, con el objetivo de evaluar su sensibilidad y caracterizar sus propiedades luminiscentes en función de su composición y proceso de síntesis.

El MgB₄O₇ es de particular interés debido a que posee un número atómico efectivo ($Z_{\text{eff}} \approx 8.4$) equivalente al de los tejidos biológicos ($Z_{\text{eff}} \approx 7.4$). Esto es relevante debido a que la radiación absorbida por el material en un determinado momento es comparable a la absorbida por el cuerpo humano. Por lo tanto, su aplicación en dosimetría personal es directa.

Los materiales centelladores emiten luz cuando son excitados por radiación ionizante. La intensidad de esta emisión puede estar directamente relacionada con la tasa de dosis absorbida, lo que los convierte en herramientas útiles para la detección y cuantificación de la radiación. Se busca identificar cómo la composición química y las condiciones de síntesis afectan la respuesta luminiscente de los boratos, con el fin de optimizar su uso en aplicaciones dosimétricas.

Un aspecto fundamental de este estudio es la caracterización de la luminiscencia de los materiales, considerando la influencia de los defectos cristalinos en los procesos de emisión de luz. La presencia de centros trampa y centros de recombinación juega un papel crucial en la eficiencia de

la radioluminiscencia. Los centros trampa pueden capturar portadores de carga excitados durante la irradiación, mientras que los centros de recombinación son responsables de la emisión luminosa observada. El análisis de la respuesta óptica debida a estos defectos permite correlacionar las características estructurales de los boratos con su desempeño como centelleadores.

Los resultados de este trabajo contribuyen a la comprensión del mecanismo de centelleo en boratos y su potencial uso como materiales dosimétricos. Al identificar las condiciones óptimas de síntesis y los dopantes más adecuados, se discute cuáles de las composiciones estudiadas mejoran su sensibilidad a la radiación absorbida.

067. Análisis de la disminución de falsos negativos mediante la repetición de tests diagnósticos utilizando el teorema de Bayes

Campanella Bruno Ignacio^{2 1}, Garavaglia Leopoldo^{1 3}, Vitaller María Julia¹

¹ Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Plata (UNLP)

² Instituto de Investigaciones Fisicoquímicas Teóricas y Aplicadas (INIFTA), Ciudad de La Plata, CONICET

³ Centro de Investigaciones Ópticas (CIOp), Manuel B. Gonnet, CONICET

Una manera de saber si un individuo está enfermo o presenta una condición, es mediante la realización de un test diagnóstico, por ejemplo, un test de antígenos para SARS-CoV-2 (covid-19). El resultado del mismo puede ser positivo (+) o negativo (-), independientemente de que la persona este sana o enferma, porque los test reales no son "ideales". Si se repite el test, los resultados pueden ser cuatro: (+ +), (+ -), (- +), (- -). Interesa entonces conocer la probabilidad de estar enfermo dados dichos resultados; esta probabilidad es función de dos parámetros de los test, a saber, la sensibilidad y la especificidad, y también depende de la prevalencia de la enfermedad.

En particular, es sabida la importancia de minimizar la tasa de falsos negativos debido a que: 1) una persona enferma y con un falso negativo puede quedarse sin tratamiento o no recibirlo a tiempo; 2) una persona enferma y con un falso negativo puede ocasionar la propagación de una enfermedad contagiosa.

El objetivo de este trabajo es analizar mediante el teorema de Bayes el cambio en la probabilidad de falsos negativos que se tiene mediante la repetición del test diagnóstico. Se puede demostrar, entre otras cosas, que el resultado obtenido con un test de alta sensibilidad puede tener igual o menor valor predictivo que el resultado obtenido al repetir el "testeo" usando dos test de baja sensibilidad.

068. Calibración de espectrómetros gamma NaI(Tl) y HPGe con estimación de actividad de fuentes radiactivas

Salinas Domján Carolina^{1 2}, Ferreira Alejandro^{2 3}, Farfán Julieta Daiana⁴, Martín Nicolás Eugenio^{1 2}, Sofo Haro Miguel^{1 2 4}, Valente Mauro^{1 2 5}

¹ Instituto de Física Enrique Gaviola (IFEG), Córdoba Capital, Argentina.

² Laboratorio de Investigación e Instrumentación en Física Aplicada a la Medicina e Imágenes por Rayos X (LIIFAMIRx), Facultad de Matemática Astronomía, Física y Computación (FAMAF), Universidad Nacional de Córdoba (UNC)

³ Departamento de Física Atómica, Molecular y Nuclear, Facultad de Ciencias, Universidad de Granada, España.

⁴ Reactor Nuclear RA0, Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba (UNC)

⁵ Centro de Excelencia de Física e Ingeniería en Salud (CFIS), Departamento de Ciencias Físicas,

Universidad de la Frontera, Chile

La adecuada determinación del espectro de emisión de radiaciones gamma es fundamental en áreas tales como física y medicina nuclear, protección radiológica, e incluso en la industria. Sin una calibración precisa de los dispositivos de detección de este tipo de radiaciones ionizantes, las mediciones realizadas pueden presentar errores que comprometan no solo la validez de los datos, sino también su calidad en aplicaciones que incluyen el monitoreo de ambientes radiactivos, la dosimetría en medicina nuclear y la evaluación de la seguridad nuclear.

Bajo este contexto, el presente trabajo reporta un estudio experimental centrado en la calibración canal/energía de un detector de yoduro de sodio activado con talio (NaI(Tl)) y un detector de germanio hiperpuro (HPGe), ambos del Reactor Nuclear RA0. Estos tipos de detectores son ampliamente utilizados en la caracterización de muestras radiactivas [1], destacándose el detector de NaI(Tl) por su alta eficiencia de detección para rangos energéticos de las decenas de keV, mientras que el detector de HPGe destaca por su resolución espectral [2] y eficiencia para energías altas (MeV). La calibración experimental se realiza en diferentes configuraciones, variando la distancia fuente-detector, a fin de evaluar el efecto de la geometría en la respuesta de los sistemas. Posteriormente, se determina la actividad de tres fuentes radiactivas de emisión gamma basado en técnicas estándar de referencia [3,4]. En particular, esta última calibración por actividad es de interés para llevar a cabo análisis de activación neutrónica en el Reactor Nuclear RA0, pudiendo ser también aplicada en otros Reactores Nucleares de investigación que no cuenten con detectores específicos para tal fin.

Las curvas de calibración obtenidas muestran una correlación lineal entre la energía y el canal correspondiente de la señal medida, con un coeficiente de determinación (R^2) de 0.9979 en caso del detector NaI(Tl) y de 1.0000 para el detector HPGe. Los cálculos de actividad de cada fuente radiactiva resultan dentro del orden esperado, demostrando la viabilidad del procedimiento propuesto así como las calibraciones para cada detector.

[1] GF Knoll, Radiation Detection and Measurement, 4th Edition, John Wiley & Sons, Hoboken, 2010.

[2] N Tsoulfanidis, Measurement and Detection of Radiation, 4th Edition, CRC Press, 2015.

[3] G Gilmore, Practical Gamma-Ray Spectrometry, 2nd Edition, John Wiley & Sons, 2008.

[4] ICRP, Annex A. Radionuclides of the ICRP-07 collection, Annals of the ICRP 38 (2008) 35.

069. Estudio comparativo del efecto de la radiación gamma en la viscosidad sanguínea de concentrados eritrocitarios almacenados en distintos medios de conservación

Moschini Guillermo¹, Della Rosa Candela¹, Trovatori Bilbao Isabella², Porini Sabrina³, Aresi Ariel⁴, Di Tullio Liliana^{2 4}, Acosta Andrea⁴, Manzelli Néstor⁴, Riquelme Bibiana Doris^{2 5 3}, Galassi Mariel Elisa^{1 5 3}, Alet Analía Inés^{2 5 3}

¹ Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura (FCEIA), Rosario

² Facultad de Ciencias Bioquímicas y Farmacéuticas (FBIOyF), Rosario

³ Grupo de Física Biomédica, Instituto de Física Rosario (IFIR)

⁴ Centro Regional de Hemoterapia (CRH), Rosario

⁵ Concejo de Investigaciones de la Universidad Nacional de Rosario (CIUNR)

La radiación gamma es utilizada en la hemoterapia para tratar la sangre y sus componentes a fin de evitar la enfermedad de injerto contra el huésped. Los estudios hemorreológicos son fundamentales para entender las alteraciones reológicas que pueden llegar a provocar este tipo de prácticas en los glóbulos rojos.

En este estudio se evaluó la variación de la viscosidad de suspensiones de glóbulos rojos irradiados mediante un viscosímetro rotacional cono-plato (Brookfield LVDV-II+). Se utilizaron unidades de concentrado eritrocitario preservadas en CPDA o CPD-Optisol®. Cada unidad fue dividida en 5 bolsas satélites, 4 de las cuales se irradiaron a diferentes dosis (2, 10, 25 y 50 Gy, Biobeam GM 8000, fuente Co⁶⁰) y la restante se usó como control (0 Gy). Las bolsas se almacenaron a 4°C en el Centro Regional de Hemoterapia de Rosario. Se analizaron alícuotas de cada bolsa semanalmente durante 28 días de conservación. Las muestras se prepararon suspendiendo al 40% los glóbulos rojos almacenados en plasma autólogo. Se realizó una caracterización reológica con un barrido de velocidad de corte (1, 15 s⁻¹ a 230, 40 s⁻¹) para obtener los gráficos del reograma, y se estudió la histéresis reológica. Se analizó la variación de la viscosidad en función de la dosis y del tiempo de almacenamiento para ambos conservantes.

El diseño experimental permitió analizar la influencia de ambos medios de conservación en la respuesta reológica a la irradiación durante almacenamiento prolongado. La comparación entre CPDA y CPD-Optisol® es fundamental para establecer si existen diferencias significativas en la preservación de propiedades hemorreológicas frente a estrés por radiación. Esto podría optimizar la selección de conservantes en bancos de sangre para hemoderivados destinados a pacientes inmunodeprimidos que requieran unidades transfusionales irradiadas. Futuros estudios ampliarán estos hallazgos preliminares en cohortes más grandes, evaluando implicaciones clínicas en la funcionalidad transfusional.

070. Sinergia oxígeno-nanopartículas de oro en radiosensibilización tumoral

Olguin Osvaldo Roberto^{1 2}, Rizzotto Marcos Gregorio^{1 2}

¹ Instituto Matemática Aplicada, San Luis

² Universidad Nacional de San Luis

En el tratamiento radioterapéutico del cáncer, la resistencia tumoral, frecuentemente exacerbada por la hipoxia, representa un desafío clínico significativo. Las nanopartículas (NP) de alto número atómico han demostrado ser potentes radiosensibilizadores, capaces de amplificar el daño biológico inducido por rayos X en células cancerosas y, consecuentemente, mejorar el índice terapéutico. Este estudio investigó la respuesta a la radiación en líneas celulares tumorales, considerando la sinergia entre la presión parcial de oxígeno y las nanopartículas de oro (AuNP). Para ello, se empleó un modelo lineal cuadrático (LQ) modificado, para evaluar el Factor de Mejora de la Radiosensibilidad (REF). Nuestros resultados confirman que el modelo LQ, a pesar de su simplicidad, proporciona resultados óptimos, eliminando la necesidad de cálculos posteriores al ajuste. En células MDA-MB-231, AuNP radiosensibilizaron significativamente en normoxia (21% O₂) e hipoxia moderada (1% O₂). No se detectó radiosensibilización al 0,1% O₂. Este trabajo contribuye al avance en la comprensión de la radiosensibilización mediada por AuNP y subraya su potencial para mejorar la eficacia de la radioterapia en pacientes con cáncer.

071. Desarrollo e implementación en condiciones de interés clínico de un modelo de dosimetría integral por radiación ionizante combinada con hipertermia y campos magnéticos intensos.

Ribó Montenovo Clara¹, Valente Mauro Andrés^{1 2}, Salinas Domján Carolina^{1 2}, Romero Marcelo Ricardo^{3 4}

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

² Instituto de Física Enrique Gaviola (IFEG), CONICET

³ Facultad de Ciencias Químicas (FCQ), UNC

⁴ *Instituto de Investigación y Desarrollo en Ingeniería de Procesos y Química Aplicada (IPQA), CONICET*

La radioterapia es una de las principales metodologías para abordar tratamiento, control y cura de patologías neoplásicas, entre ellas principalmente el cáncer, por medio de haces de radiación ionizante [Khan, 2003]. La eficacia de la radioterapia se encuentra condicionada por las características de la respuesta biológica de los tejidos irradiados para lo cual se dispone de elaborados modelos radiobiológicos derivados de observaciones empíricas y formalismos teóricos [Valente, 2023; Podgorsak, 2006]. En los últimos años se han logrado avances significativos en la efectividad clínica de los tratamientos como consecuencia de la incorporación de nanotecnología, así como la estimulación térmica para radiosensibilizar los tejidos, contexto que representa un nuevo horizonte y desafíos en términos de la descripción de los efectos dosimétricos en terapias combinadas [Baatout, 2023; Valente et al., 2023]. El presente trabajo tiene como enfoque principal el desarrollo e implementación en situaciones de interés clínico de un modelo, a priori simplificado, para cuantificar efectos dosimétricos en terapias que combinan radiaciones ionizantes con hipertermia y presencia de campos magnéticos intensos, como sucede en la técnica de radioterapia guiada por imágenes de resonancia magnética; eventualmente infundiendo con nanopartículas magnéticas.

072. La física de la mejora de la calidad y seguridad en radiología y TAC en Catamarca: gestión de NRD en centros de salud

Roldán T. D. V.¹, Arguello E. R.¹, Luna N.¹, Argañaraz E.¹, Valdez J.¹, Maltese P.¹, Quiroga M.¹, Rodríguez C.¹, Cabrera M.¹, Ausilio F.², Roldan M. P.³, Varela Calderazzi H.³

¹ *Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FaCEN), Universidad Nacional de Catamarca (UNCa)*

² *Instituto Medico, La Comunidad, San Fernando del Valle de Catamarca, Catamarca*

³ *Instituto Superior, Clara J. Armstrong, San Fernando del Valle de Catamarca, Catamarca*

En el presente trabajo, se exponen los resultados del proyecto aprobado y financiado por la Secretaría de Investigación y Posgrado de la Universidad Nacional de Catamarca (SIP-UNCA), denominado “Avanzando en la ejecución de la 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” (2024-2025, RSREC-2024-237-E-UNCA-REC). La metodología se basó en la aplicación de las recomendaciones de los protocolos IAEA TECDOC N° 1958 (2021) e ICRP N° 135 (2017), mediante la selección y adaptación de pruebas de control de calidad y radioprotección para procedimientos de radiología general y tomografía computada. Se llevaron a cabo jornadas de medición destinadas a la calibración y control de parámetros dosimétricos y no dosimétricos de equipos de rayos X. Participaron en dicho proceso dos servicios de radiodiagnóstico de gestión pública (Hospital de Niños “Eva Perón” y Maternidad Provincial) y dos centros de gestión privada (Instituto Avellaneda e Instituto Médico de la Comunidad). Se recopilaron datos de personas pacientes (edad, sexo, altura, peso, espesor), a partir de los cuales se calcularon las dosis correspondientes. Utilizando la metodología propuesta en el documento ICRP N° 135 (2017), se determinaron los Niveles de Referencia de Radiodiagnóstico (NRD) tanto para radiología general como para tomografía computada. Se elaboró un informe integral y detallado para cada centro participante, y los resultados fueron comunicados de manera anónima. Todos los parámetros medidos se mantuvieron dentro de los límites de tolerancia recomendados. Como parte de los logros del proyecto, se desarrolló una aplicación web orientada a la recolección de datos en tiempo real en cada centro participante. Esta herramienta permitirá al personal operador conocer las dosis recibidas por los pacientes y

los valores de NRD asociados de manera inmediata. Además, se prevé la realización de un curso de capacitación sobre la metodología para establecer niveles de referencia en radiodiagnóstico, el cual será auspiciado por la Comisión de Energía Atómica (CNEA) y gestionado en el marco de este proyecto, a celebrarse entre los días 25 al 27 de agosto del año en curso.

073. Microtomógrafo de rayos X: calibración geométrica y resolución espacial por medio de la MTF

Sironi Nuñez Mateo José¹, Tirao Germán^{1 2 3}

¹ *Facultad de Matemática Astronomía, Física y Computación (FAMAF), Universidad Nacional de Córdoba (UNC)*

² *Laboratorio de Análisis de Materiales por Espectrometría de Rayos X (LAMARX)*

³ *Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)*

Las técnicas de imágenes de rayos X (RX) de alta resolución constituyen una herramienta valiosa para el estudio de sistemas complejos, por medio de las cuales es posible abarcar problemáticas de un amplio espectro multidisciplinario, como en Medicina, Biología y la Industria. Las fuentes de contraste en dichas imágenes dependen del aspecto físico de la interacción de la radiación con la muestra, que se tenga en cuenta para generarla.

En las imágenes convencionales de RX se utiliza como fuente de contraste la absorción del haz. Las metodologías de tomografía computada generan una distribución 3D del coeficiente de absorción de la muestra, permitiendo obtener un mapa tridimensional de los diferentes materiales que la componen, reconociendo la geometría, dimensiones y distribución espacial de sus componentes. La formación de la imagen tomográfica es fuertemente dependiente del setup experimental, principalmente de la geometría de adquisición y del proceso de reconstrucción [1]. La integración adecuada de diversas técnicas de adquisición con algoritmos matemáticos de procesamiento y visualización específicos, permite optimizar la información relevante extraída de una muestra.

En este trabajo se presentan resultados obtenidos en un microtomógrafo de RX, construido e instalado en el Laboratorio de Análisis de Materiales por Espectrometría de Rayos X (LAMARX), en la Facultad de Matemática, Astronomía, Física y Computación (FAMAF) de la Universidad Nacional de Córdoba. Toda la instrumentación de posicionamiento y control de hardware, los algoritmos de adquisición, procesamiento y reconstrucción de imágenes tomográficas, y visualización volumétrica fueron desarrollados por el responsable del equipamiento.

Se muestran los resultados sobre la caracterización de la performance del equipamiento y de los métodos implementados para la reconstrucción tomográfica, investigando en primer lugar los parámetros espaciales y geométricos del sistema. Para ello, se utilizaron dos objetos de referencia o “fantomas”. El primero consistió de un cilindro de acrílico con esferas metálicas pequeñas para obtener múltiples imágenes radiográficas, donde los parámetros geométricos relevantes se obtuvieron a partir del análisis de las elipses formadas por las trayectorias de las esferas [2]. El segundo fantoma está compuesto por cuatro esferas pequeñas formando un cuadrado, donde a partir de una proyección se obtienen parámetros de caracterización del sistema [3].

Se compararon ambos métodos y se observó que el primero es en general más exacto, preciso, consistente y menos restrictivo para la calibración. Estos resultados permitieron caracterizar con precisión los parámetros geométricos relevantes del sistema, los cuales son necesarios de conocer para los algoritmos de reconstrucción tomográfica [4,5].

Por otro lado, se evaluó la calidad de la reconstrucción virtual 3D en función de los parámetros de adquisición, características de la muestra, y algoritmos de procesamiento. Estos experimentos permitieron estudiar las limitaciones geométricas de las imágenes 3D y la presencia de artefactos

generados por los algoritmos matemáticos. En este sentido, se determinó también la resolución espacial de una microtomografía en función de la magnificación a partir del cálculo de la MTF (Modulation Transfer Function) [6,7], utilizando un fantoma especialmente diseñado a tal fin, compuesto por finos cables de cobre de distintos diámetros (entre 0,1 a 0,5 mm).

Por último, se muestran microtomografías de rayos X obtenidas en diversas muestras, con el fin de mostrar la potencialidad y capacidad del microtomógrafo, el cual resulta con una performance comparable con equipos comerciales.

[1] L. Vászrhelyi, Z. Kónya, Á. Kukovecz and R. Vajtai, *Mater. Today Adv.* 8 (2020) 100084.

[2] K. Yang, A. L. C. Kwan, D. F. Miller and J. M. Boone, *Med. Phys.* 33 (2006) 1695.

[3] Y. Sun, Y. Hou, F. Zhao and J. Hu, *NDT & E INT* 39 (2006) 499.

[4] J. Zhao, X. Hu, J. Zou and X. Hu, *Sensors* 15 (2015) 22811.

[5] F. M. Muller, C. Vanhove, B. Vandeghinste and S. Vandenberghe, *Med. Phys.* 49 (2022) 3121.

[6] E. Samei, M. J. Flynn, D. A. Reimann, *Med. Phys.* 25 (1988) 102.

[7] Z. Haiyang and J. Zhiyong, *Sensors* 25 (2025) 1341.

074. Simulaciones basadas en Montecarlo para estudiar la cuantificación de actividad de ^{131}I en imágenes de Medicina Nuclear de modelos computacionales de pacientes con hipertiroidismo

Calandrón Venecia M.¹, Vitaller Maria Julia¹, Chain C. Yamil², Illanes Luis¹

¹ *Dpto de Física, Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Plata (UNLP)*

² *Instituto de Investigaciones Fisicoquímicas Teóricas y Aplicadas (INIFTA), Ciudad de La Plata*

El tratamiento del hipertiroidismo con ^{131}I -NaI es una de las radioterapias metabólicas más utilizadas en la medicina nuclear (MN) desde la década de 1940, siendo una opción eficaz y segura para tratar esta patología. En la práctica clínica, el tratamiento se realiza con la administración de actividades fijas-empíricas, relativamente altas (alrededor de 555 MBq) [1], para inducir el hipotiroidismo en el paciente de la manera más rápida posible. A pesar de su efectividad, no existe consenso sobre cuál es la forma óptima de realizar este tratamiento. Esta falta de personalización en la actividad administrada, y en consecuencia en la dosis que recibe el tejido tiroideo, presenta desafíos significativos relacionados con efectos secundarios, por la sobresodificación o subdosificación y exposición innecesaria a la radiación, especialmente en pacientes jóvenes [2]. En este contexto, el cálculo previo de la dosis que absorben los tejidos es fundamental en la planificación y personalización de los tratamientos. Los llamados “cálculos dosimétricos” requieren de la precisa cuantificación de la actividad de ^{131}I que se localiza en la tiroides del paciente, a partir del análisis de imágenes de MN.

El objetivo general de este trabajo es explorar el uso de simulaciones computacionales basadas en Monte Carlo (MC) para implementar dosimetría personalizada en el tratamiento con ^{131}I -NaI de pacientes con hipertiroidismo, evaluando las capacidades reales de los equipos de adquisición de imágenes para arrojar datos cuantitativos de actividad de ^{131}I , mejorar la precisión del cálculo de la dosis absorbida y reducir las incertidumbres en el tratamiento. El equipo de adquisición se modeló utilizando el software SIMIND, basado en el método MC. En las simulaciones se configuraron los parámetros de la Cámara Gamma (CG) Picker Prism 2000 XP, y colimadores de alta (PH-HE) y media (PH-ME) energía. Como modelo computacional del paciente con hipertiroidismo se empleó un fantoma antropomórfico Zubal de torso, configurado con distribución de ^{131}I que se observa en un paciente con enfermedad de Graves y una actividad administrada de 550MBq. Como fuente de calibración se modeló una geometría esférica con distribución espacial de 2:2:2 (y,x,z), un volumen físico de 1.36 cm³. Se utilizó SIMIND MC y el modelo computacional de

paciente antes descrito para simular la adquisición de imágenes planares de captación de ^{131}I de la fuente de calibración y el modelo tiroideo, variando colimadores y espesor de cristal (0.95 y 1.27) cm. Las imágenes adquiridas se analizaron con el programa Fiji para valorar las cuentas detectadas en las regiones de interés (ROIs). La actividad cuantificada en la tiroides se obtuvo corrigiendo el valor que arroja Fiji, por el factor de calibración. Los resultados evidencian que, todas las variables en la configuración, colimador, espesor del cristal, distancia fuente-detector, tienen un impacto en la actividad cuantificada. Entre estas variables, el colimador tuvo el mayor impacto en la cuantificación, con una exactitud de 14.65% para el colimador de PH-HE y 13.74% para el colimador de PH-ME, ambos con un espesor de cristal de 0.95 cm. Para espesores de cristal de 1.27 cm se obtuvo una buena exactitud (15.12%), el espesor de 0.95 cm es el más utilizado en clínica por su mejor resolución y precisión. Las simulaciones demostraron ser una herramienta valiosa para verificar las condiciones de operación de un servicio, y contribuyen significativamente a mejorar la precisión de la cuantificación sin necesidad de experimentos costosos o invasivos en pacientes. Estas simulaciones representan un paso inicial hacia la implementación de prácticas clínicas personalizada en la terapia con ^{131}I -NaI.

[1] Barquero et al, SEFM 2 (2017) 143.

[2] Hänscheid, Canzi and Eschner, Eur. J. Nucl. Med. Mol. Imaging 40 (2013) 1126.

075. Evaluación de métodos de cuantificación de actividad de ^{131}I a partir de imágenes bidimensionales: análisis comparativo utilizando SIMIND MC

Vitaller Maria Julia¹, Chain C. Yamil², Illanes Luis H.¹

¹ Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Plata (UNLP)

² Instituto de Investigaciones Fisicoquímicas Teóricas y Aplicadas (INIFTA), Ciudad de La Plata

El cáncer diferenciado de Tiroides (CDT) constituye la forma más prevalente de cáncer tiroideo. En pacientes de alto riesgo el tratamiento estándar consiste en tiroidectomía total seguida de administración con yodo radiactivo (^{131}I), con el objetivo de lograr la ablación de restos de tejido tiroideo (remanente) y eliminar focos de enfermedad residual. La vida media efectiva del ^{131}I -NaI es de aproximadamente 48 horas en adultos sanos; no obstante, este valor puede variar según condiciones clínicas, como patologías tiroideas o ausencia de la glándula. La prescripción de ^{131}I en la práctica clínica suele planificarse mediante actividades fijas según bases empíricas, no habiendo consenso unificado sobre la actividad óptima a administrar. La optimización del tratamiento con ^{131}I puede lograrse realizando cálculos de la dosis que absorben los diferentes tejidos, para lo cual es necesario cuantificar la actividad del radiofármaco en los distintos órganos del paciente, a partir de imágenes.

El objetivo del trabajo es definir, en base a simulaciones computacionales basadas en el método de Montecarlo y modelos computacionales del cuerpo del paciente, condiciones adecuadas de adquisición de imágenes planares de Medicina Nuclear que permitan cuantificar la actividad de ^{131}I para realizar cálculos dosimétricos.

Se realizaron simulaciones computacionales utilizando el código SIMIND Monte Carlo, que permite simular una cámara gamma (CG) clínica. Los parámetros de la simulación se configuraron según el equipo Picker Prism 2000 XP, utilizando colimadores de alta y media energía. Como modelo de paciente se empleó un fantoma antropomórfico virtual de torso (Zubal), al que se asignó una distribución de radiofármaco basada en un modelo de biodistribución de ^{131}I específico para adultos tiroidectomizados. Se incorporaron tres lesiones tumorales pulmonares a distintas profundidades y una lesión tumoral tiroidea (remanente), a los cuales se les asignó valores de

actividad teóricos basados en el modelo de biodistribución citado.

Se obtuvieron imágenes planares simuladas (centellogramas) de los modelos antropomórficos del paciente tiroidectomizado a las 31 horas post- administración de la actividad de ^{131}I -NaI, en dos escenarios clínicos: caso diagnóstico (74 MBq de ^{131}I -NaI) y caso terapéutico (3700 MBq de ^{131}I -NaI). A las imágenes simuladas obtenidas se aplicó el Método de Imágenes Conjugadas para estimar la actividad en las lesiones tumorales (ROIs), realizando correcciones por atenuación, dispersión, penetración septal y verificando ausencia de fondo. Se evaluaron diferentes estrategias de demarcación de ROIs, según prácticas clínicas actuales, para analizar su impacto en los resultados. Bajo ciertas condiciones (distancia isocentro colimador de 25 cm, tamaño de matriz de 128×128 , ventana de adquisición 20% centrada en fotopico), la estimación de actividad de ^{131}I a partir de las imágenes simuladas mostró alta concordancia con los valores de actividad configurada en las lesiones, lo que sugiere la precisión del método como herramienta cuantitativa. La delimitación del ROI resultó determinante. No se observaron diferencias significativas atribuibles a la profundidad de las lesiones. En cuanto al tipo de colimador, las variaciones fueron inferiores al 4%, resultando ambos viables para su implementación.

Los resultados permiten avanzar en el estudio de la interacción entre las configuraciones del equipo y las características individuales del paciente, sentando bases para una planificación más eficiente y personalizada de los tratamientos de CDT con radioyodo.

FÍSICA NUCLEAR

Martes 16 y Miércoles 17 17:00 - 18:30 hs.

Sala Pettoruti, TACPA

Pósters impares se exhiben Martes 16 y pósters pares Miércoles 17

076. Caracterización de gases para detectores MPGDs: Centelleo primario en combinaciones Ar/N₂ y Ar/CF₄ a distintas presiones.

Barco Genaro^{1 2}, Señaris Raul¹, Amedo Pablo¹, Gonzalez Diaz Diego¹

¹ Organización Europea para la Investigación Nuclear (CERN)

² Universidad Nacional de La Plata (UNLP)

Los Detectores de Gas de Micro-Patrón (*Micro Pattern Gas Detectors*, MPGD) se basan en la multiplicación electrónica por avalancha, un proceso en el cual los electrones liberados por la ionización primaria del gas, inducida por el paso de una partícula cargada, son acelerados por campos eléctricos intensos generando nuevas ionizaciones. Este mecanismo permite amplificar señales débiles hasta niveles detectables, tradicionalmente leídas mediante sistemas electrónicos. Aunque estos sistemas son altamente eficientes para cubrir grandes áreas con altas tasas de adquisición, presentan limitaciones en granularidad espacial y complejidad en la reconstrucción de eventos. En este contexto, la lectura óptica del centelleo gaseoso emerge como una alternativa prometedora, permitiendo obtener imágenes de alta resolución espacial a partir de la luz emitida durante la desexcitación de átomos o moléculas ionizadas, ofreciendo así una vía complementaria para el desarrollo de detectores con mayor capacidad de discriminación espacial y temporal.

La mayoría de los gases nobles utilizados en detectores, como argón (Ar), xenón (Xe) y helio (He), emiten centelleo principalmente en la región ultravioleta, donde la eficiencia cuántica de las cámaras ópticas comerciales es limitada. Para mitigar esta limitación, se recurre a mezclas con gases como CF₄ o N₂, que actúan como *wavelength shifters*, reemitiendo por colisión la luz ultravioleta en la región visible del espectro, donde la sensibilidad de los sensores ópticos es mayor. En este trabajo se presentan mediciones sistemáticas del centelleo primario y secundario en mezclas Ar/N₂ y Ar/CF₄, para concentraciones del gas aditivo entre 0.1% y 100%, y presiones de operación entre 1 y 5 bar. Los resultados muestran variaciones significativas en la intensidad relativa del centelleo según la mezcla y condiciones de operación, y ofrecen evidencia circunstancial sólida de la ocurrencia de conversión espectral en fase gaseosa. Estos hallazgos constituyen una base útil para el diseño y optimización de detectores ópticos basados en MPGD, aunque aún se requiere una comprensión microscópica completa del proceso de conversión.

077. Optimización en la determinación de parámetros en espectroscopía gamma

Bottari Gino¹, Orso Jose Andres^{1 2}

¹ Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura (FCEIA), Universidad Nacional de Rosario (UNR)

² Instituto de Estudios Nucleares y Radiaciones Ionizantes (IENRI), Rosario

El análisis preciso de materiales de blindaje contra radiación gamma requiere determinar el coeficiente de atenuación lineal (μ) mediante la ley de Beer-Lambert ($I(x) = I_0 e^{-\mu x}$). En este trabajo, se estudió el aluminio como material de referencia usando una fuente de ¹³⁷Cs ($E_\gamma = 661.7$ keV) y un espectrómetro multicanal con centellador de NaI(Tl). El enfoque central fue eliminar sistemáticamente la contribución del continuo Compton que distorsiona la intensidad del fotopico, para obtener mediciones más fiables de μ .

Se exploraron estrategias complementarias de discriminación del Compton, centradas en aislar la señal neta del fotopico. Los datos experimentales se recopilaron para múltiples espesores de aluminio y los ajustes preliminares revelaron que la eliminación del Compton reduce significativamente la discrepancia con respecto a valores de referencia frente a estudios previos. Si bien los métodos actuales muestran mejoras sustanciales, se observaron desviaciones que sugieren oportunidades para optimizar los modelos de fondo.

FLUIDOS Y PLASMA

Martes 16 y Miércoles 17 17:00 - 18:30 hs.

Sala Pettoruti, TACPA

Pósters impares se exhiben Martes 16 y pósters pares Miércoles 17

078. Tratamiento superficial de telas crudas con reactores DBD

Bailez Leila¹, Cañellas Ulises¹, Xaubet Magalí¹, Monsalve Leandro²

¹ Instituto de Física Interdisciplinaria y Aplicada (ex INFIP) (INFINA), Universidad de Buenos Aires (UBA), Laboratorio de Tecnologías de Plasma, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

² Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI)

Los procesos convencionales de descruce de telas por vía húmeda insumen demasiado tiempo y consumen grandes cantidades de agua, energía y productos químicos, lo que los califica como tratamientos muy agresivos para el medioambiente. En los últimos años se ha propuesto el tratamiento de telas crudas por plasmas como técnica sustentable de descruce o bien como pretratamiento para facilitar el descruce húmedo tradicional.

En este trabajo se estudió el efecto del tratamiento con plasma no térmico, generado mediante reactores de descarga de barrera dieléctrica (DBD) a presión atmosférica, sobre la hidrofiliidad de textiles de poliéster crudo y algodón poliéster. Se emplearon configuraciones geométricas tipo Cortina 1D y 2D, utilizando aire como gas de operación, y tiempos de exposición de 0, 10, 20 y 30 minutos. La caracterización se realizó mediante mediciones de ángulo de contacto y velocidad media de absorción de gotas de agua. Los resultados mostraron una disminución del ángulo de contacto de hasta un 57% (poliéster crudo) y un 45% (algodón poliéster) tras 30 minutos de tratamiento, evidenciando un aumento significativo en la hidrofiliidad superficial. Las mediciones de velocidad de absorción no presentaron tendencias claras, lo que se atribuye a la variabilidad intrínseca del método. Los resultados confirman el potencial del plasma DBD como técnica sostenible para modificar las propiedades superficiales de textiles, con aplicaciones en procesos de descruce y pretratamiento en la industria textil.

[1] S. Klébert et al, Surfaces and Interfaces 22 (2021) 100826.

079. Autoinducción de potencial eléctrico por evaporación de fluidos en sustratos de silicio poroso

Benitez Alesio Nehuen¹, Cenchá Luisa Guadalupe², Urteaga Raúl^{1, 2}, Budini Nicolás^{1, 2}

¹ Facultad de Ingeniería Química (FIQ)

² Instituto de Física del Litoral (IFIS)

El estudio de la evaporación de líquidos en medios nanoporosos ha generado un reciente interés debido a su amplia variedad de aplicaciones en los campos de la energía, biología y medio ambiente [1,2]. Un fenómeno emergente asociado es el *potencial de evaporación* (PE) [3], el cual involucra la generación de una diferencia de potencial eléctrico como consecuencia de la evaporación de fluidos desde a través de medios porosos. Este fenómeno involucra efectos de capilaridad, condensación y transporte de carga en la doble capa eléctrica.

Aunque el PE ha sido observado en materiales como carbono nanoestructurado, óxidos semiconductores y nanohilos de silicio [4-8], no se ha explorado aún en películas de silicio poroso (SP). Este material presenta propiedades estructurales especialmente favorables para la generación de un PE, como su facilidad de fabricación, alta relación área superficial/volumen y notable estabilidad.

En este trabajo presentamos evidencia experimental de la generación de un PE en membranas

de SP fabricadas por anodizado electroquímico y sometidas a evaporación de mezclas de líquidos polares (agua y etanol). Se diseñó una configuración experimental para registrar el voltaje generado durante la evaporación, analizando su evolución temporal y su dependencia con parámetros como la concentración de la solución y la porosidad del SP.

Los resultados muestran señales transitorias de diferencia de potencial que alcanzan hasta ~ 650 mV en una región activa de evaporación de aproximadamente $1.5 \text{ mm} \times 8 \text{ mm}$. Estas observaciones constituyen una evidencia preliminar de la existencia del fenómeno en SP y permiten avanzar en la comprensión de los mecanismos físico-químicos involucrados, los cuales no han sido del todo dilucidados y diferenciados de otros mecanismos hidrovoltáicos de generación de potencial eléctrico.

Este estudio no solo aporta conocimiento fundamental, sino que abre perspectivas para el desarrollo de dispositivos de conversión energética basados en evaporación natural, con aplicaciones potenciales en generación de bajo voltaje, sensores autoalimentados, refrigeración pasiva y desalinización de agua [9-10], entre otros.

- [1] X. Liu et al, ACS Nano 19 (2025) 9513.
- [2] C. Gu, et al, Adv. Sustainable Syst. 9 (2025) 2400805.
- [3] S. Fang et al, Joule 6 (2022) 690.
- [4] G. Xue et al, Nat. Nanotechnol. 12 (2017) 317.
- [5] S. Fang et al, Nano Res. Energy 3 (2024) e9120108.
- [6] W. Deng et al, Energy Environ. Sci. 16 (2023) 4442.
- [7] B. Shao et al, Nano Energy 94 (2022) 106917.
- [8] Y. Qin et al, Angew. Chem. Int. Ed. 59 (2020) 10619.
- [9] C. Amaris et al, Appl. Energy 231 (2018) 826.
- [10] U. Misra et al, Adv. Colloid Interface Sci. 327 (2024) 103154.

080. Técnica novedosa de caracterización de materiales porosos mediante interferometría de imbibición capilar

Benitez Alesio Nehuen¹, Balsamo Thomas Agustín¹, Catorano Enzo Valentín¹, Urteaga Raúl², Budini Nicolás²

¹ Facultad de Ingeniería Química (FIQ), Santa Fe Capital

² Facultad de Ingeniería Química (FIQ), Instituto de Física del Litoral (IFIS)

En este trabajo se presenta una novedosa metodología experimental para caracterizar el perfil de radios de poros efectivo en materiales porosos, mediante la combinación de interferometría de película delgada y mediciones de flujo capilar. Se utilizaron muestras de silicio poroso nanoestructurado con porosidades conocidas (44,9% y 73,6%) fabricadas por anodización electroquímica y depositadas sobre polímero, permitiendo medir el llenado capilar desde ambas direcciones.

A partir del análisis de la reflectancia espectral durante el proceso de imbibición, corregida mediante un modelo de medio efectivo, se extrajo el espesor óptico a lo largo del tiempo usando una técnica que involucra FFT y ajuste parabólico. Posteriormente, se calculó la fracción de llenado, se trató la señal utilizando el algoritmo de Savitzky-Golay y se obtuvieron los flujos capilares directos e inversos. Combinando ambos y aplicando un modelo de fluidodinámica en poros de sección variable, se reconstruyó el perfil de radio de poros en función de la profundidad, con corrección por tortuosidad.

Los histogramas de radios obtenidos evidencian dos distribuciones principales, consistentes con las porosidades de diseño, aunque con dispersión significativa atribuida a ruido, inhomogeneidades de fabricación y la sensibilidad del proceso de suavizado. Los radios de poro corregidos se encontraron

dentro del rango esperado para las condiciones de anodizado empleadas, mostrando la viabilidad del método.

Este enfoque ofrece una herramienta accesible y no destructiva para estudiar la distribución espacial de poros en materiales nanoestructurados, con potencial para caracterizaciones detalladas en dispositivos basados en silicio poroso.

081. Desarrollo y caracterización de reactores DBD para aplicaciones en textiles

Cañellas Ulises¹, Bailez Leila¹, Xaubet Magalí¹, Monsalve Leandro²

¹ Instituto de Física Interdisciplinaria y Aplicada (ex INFIP) (INFINA), Universidad de Buenos Aires (UBA), Laboratorio de Tecnologías de Plasma, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

² Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI)

Los métodos tradicionales de descruce de telas por vía húmeda requieren largos tiempos de proceso y un elevado consumo de agua, energía y productos químicos, lo que los convierte en prácticas poco sostenibles. En la búsqueda de alternativas más amigables con el medioambiente, el uso de plasmas a presión atmosférica ha surgido como una opción prometedora, aunque su implementación requiere un conocimiento detallado del comportamiento de los dispositivos generadores.

En este trabajo se realizó la caracterización eléctrica y espectroscópica de dos configuraciones de descargas de barrera dieléctrica (DBD) a presión atmosférica, denominadas tipo Cortina 1D y 2D. Se evaluaron parámetros como voltaje de ruptura, voltaje de uniformidad del plasma, corriente y potencia disipada. Los resultados mostraron que la presencia de telas en la zona de descarga redujo el voltaje necesario para iniciar la descarga, posiblemente debido a un aumento en la capacidad de ionización del gas por compuestos liberados desde el material textil. El análisis de espectroscopía de emisión UV-visible reveló que no se presentaron diferencias significativas en las líneas espectrales entre las distintas muestras evaluadas.

[1] S. Klébert et al, Surfaces and Interfaces 22 (2021) 100826.

082. Implementación y validación del método FCD

Eljatib Mateo¹, Giordano Juan Bautista¹

¹ Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN), UBA

La medición precisa del perfil de una superficie libre en fluidos transparentes es una herramienta de gran utilidad en física de fluidos. En este trabajo se implementó y validó un método óptico no intrusivo, de bajo costo y alta resolución, denominado Fast Checkerboard Demodulation (FCD), desarrollado por S. Wildeman[1]. Esta técnica pertenece a la familia de métodos Schlieren sintéticos, los cuales utilizan la refracción de la luz para medir diferencias de altura en la superficie de un fluido, y se basa en la demodulación por transformada de Fourier de un patrón periódicamente cuadrículado observado a través de la superficie de interés. Debido al patrón de fondo, aparecen frecuencias espaciales bien definidas (denominadas carriers), y las deformaciones de la superficie se manifiestan como modulaciones de fase localizadas alrededor de esos picos en el espacio de Fourier. Mediante un filtrado selectivo en ese espacio, se extraen las modulaciones de fase asociadas a cada dirección espacial, las cuales están directamente relacionadas con los desplazamientos ópticos del patrón. De este modo, se reconstruye un campo vectorial de desplazamientos $u(r)$ en cada píxel de la imagen. Este campo está relacionado con el gradiente de altura de la superficie libre mediante una ley geométrica que depende del índice de refracción del

fluido y de la distancia entre el patrón y la superficie. Finalmente, integrando este gradiente se obtiene el mapa de alturas $h(r)$ de toda la superficie libre. Se validó este método mediante tanto pruebas sintéticas como pruebas dinámicas. Con respecto a las pruebas sintéticas, se simulaban diferentes mapas de altura y se los interpoló con un patrón de cuadrados para simular la superficie deformada. Luego se le dio esa superficie deformada sintéticamente a la FCD y se la comparó con el patrón original. En todos los casos evaluados, la diferencia relativa fue menor al 0.52%, lo que indica una reconstrucción altamente precisa. Este nivel de exactitud, validado en condiciones controladas, demuestra que FCD es una herramienta confiable para aplicaciones que requieren mediciones con alta resolución. Por otro lado, se realizaron validaciones experimentales. El montaje consistió en una cuba de acrílico con agua destilada, una placa LED colocada en la base y, sobre ella, un patrón cuadrado con cuadrados de 2.2 mm de lado. Este patrón era observado desde arriba mediante una cámara que registraba imágenes a 500 fps. Se generaron ondas viajeras en la superficie libre del fluido y se aplicó el método FCD para reconstruir su evolución espacio-temporal. A partir de los datos obtenidos se calculó la relación de dispersión, la cual mostró una excelente coincidencia con la predicción teórica para ondas en el régimen gravito-capilar. Esto permite decir que el método implementado reconstruye correctamente tanto la dinámica como la calibración, dado que intervienen parámetros físicos del sistema. La concordancia obtenida en ambas validaciones, tanto sintéticas como experimentales, permite concluir que FCD es un método confiable, preciso y accesible, capaz de reconstruir con alta fidelidad el mapa de alturas de una superficie libre. Su bajo costo, facilidad de implementación y robustez frente a diferentes condiciones lo convierten en una herramienta valiosa para investigaciones experimentales en física de fluidos y disciplinas afines. Finalmente, se dispuso el código confeccionado en el lenguaje Python en un repositorio en GitHub para que pueda ser utilizado en otras experiencias.

[1] S. Wildeman, *Experiments in Fluids* 59 (2018) 97.

083. Propagación de vínculos en teorías relativistas de fluidos disipativos

Fantini Delfina¹

¹ *Universidad Nacional de Córdoba (UNC)*

La Hidrodinámica Relativista provee un marco adecuado para la descripción de una gran variedad de fenómenos físicos: desde la colisión de partículas altamente energéticas, hasta el modelado de objetos compactos y discos de acreción alrededor de agujeros negros. Sin embargo, la inclusión de efectos disipativos en el marco de la Relatividad General constituye un problema abierto, siendo uno de los principales desafíos formular teorías que resulten estables, causales, bien puestas y fenomenológicamente plausibles. En mi Trabajo Final titulado “Propagación de vínculos en teorías relativistas de fluidos disipativos” se realizó un estudio analítico y numérico de la teoría de Bemfica, Disconzi, Noronha y Kovtun (BDNK), recientemente propuesta (2018) para la descripción de fluidos viscosos en un marco covariante. Se restringió el análisis a la clase conforme relativista, sobre la cual los autores sostienen que admite un problema de valores iniciales bien puesto. A partir del tensor energía-momento propuesto y planteando su conservación logramos obtener las ecuaciones de evolución del fluido. Luego, identificando los vínculos diferenciales realizamos la reducción a primer orden de dichas ecuaciones. Finalmente con el fin de asegurarnos que la teoría estudiada sea consistente con los postulados de la relatividad, estudiamos la estabilidad, causalidad e hiperbolicidad, y en consecuencia la condición de well-posedness. Con el fin de asegurar estabilidad y causalidad los autores imponen restricciones a los coeficientes de viscosidad del fluido, y logran obtener condiciones necesarias y suficientes para que el sistema sea fuertemente hiperbólico, es decir que la parte principal sea diagonalizable y con

autovalores reales. Sin embargo esta prueba de hiperbolicidad carece del análisis de propagación de vínculos. Con esta motivación, se probó analíticamente que dichos vínculos no propagan adecuadamente para soluciones con velocidad uniforme. Este resultado motivó una exploración numérica en código Fortran90 que abarque una clase más amplia de soluciones. Para ello, se desarrolló un código numérico que evoluciona el sistema BDNK imponiendo simetría planar y bajo el formalismo 3+1, y se encontraron datos iniciales que satisfacen los vínculos. Se empleó el Método de Diferencias Finitas para la discretización de derivadas espaciales, y el Método de Runge-Kutta 4 para la integración temporal. Cabe destacar que este método no considera la formación de choques pues para el objetivo de nuestro trabajo no resulta necesario.

084. Modos atrapados en estructuras flotantes utilizando el método de medición FCD

Giordano Juan¹, Eljatib Mateo¹

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

En un contexto global marcado por el creciente impacto ambiental, la búsqueda de fuentes de energía renovable se ha convertido en una prioridad. Entre las diversas alternativas que se exploran, el aprovechamiento del oleaje oceánico destaca como una fuente de energía limpia y sostenible aún poco explorada. En este contexto, el estudio de estructuras que permiten confinar y concentrar la energía generada por la interacción con las olas en zonas específicas representa una estrategia prometedora para optimizar su aprovechamiento.

Los modos atrapados [1] son soluciones no triviales de ciertos sistemas abiertos con discontinuidades en el medio. Estos suelen constar de dos regiones independientes: una que realiza un movimiento oscilatorio, rodeada de otra en la cual existen ondas evanescentes, las cuales no irradian energía.

Diversas configuraciones de discontinuidades han demostrado, tanto teórica como experimentalmente, ser capaces de admitir modos atrapados. En particular, destacan las estructuras flotantes que pueden sustentar este tipo de soluciones.

El conjunto de estructuras utilizado en este trabajo se conoce como los Toroides de McIver [2]. Estas se forman a partir de la revolución axial de superficies de nivel asociadas a una solución de modo atrapado, correspondiente a un anillo de fuentes sobre una superficie libre. Se ha demostrado además que, si se fuerza a estas estructuras a moverse según trayectorias definidas (modos sloshing), el sistema admite las soluciones buscadas. La falta de estudios experimentales previos sobre estas geometrías motivó la realización de este trabajo.

La idea fue la siguiente. Se fabricaron las estructuras mencionadas con impresoras 3D y se las colocó flotando en la superficie libre de una cuba con agua destilada. Para evaluar la robustez del modelo, se construyeron también versiones levemente no axisimétricas, estiradas un 5% y un 10% en uno de sus ejes. Los flotantes fueron unidos a un motor lineal, al que se le enviaron pulsos para excitar todas las frecuencias posibles del sistema. Para reconstruir la superficie libre y su dinámica, se empleó la técnica Fast Checkerboard Demodulation (FCD), colocando patrones bidimensionales periódicos bajo la cuba y registrando imágenes de su deformación aparente, con el objetivo de recuperar los perfiles de altura. El código desarrollado para esta implementación fue creado desde cero y es de acceso público [3].

Los resultados del análisis espectral de las señales mostraron campanas de resonancia levemente desplazadas respecto a los valores teóricos esperados. Este corrimiento se atribuyó a diferencias entre el modelo y el experimento, como la no capilaridad, la superficie libre acotada y la profundidad finita. Estos picos fueron marcadamente visibles en la cavidad interna, y más atenuados en la zona exterior. La presencia de un pico no nulo en el exterior es coherente con la existencia de

ondas evanescentes generadas por la misma frecuencia.

Finalmente, el análisis del espectrograma reveló que la intensidad se concentra en la frecuencia previamente identificada para el interior. Además, las curvas obtenidas al cortar en dicha frecuencia comparten forma entre sí y difieren de las demás. Este comportamiento también se observó en zonas externas al flotante, aunque nuevamente de forma atenuada. Esto indica que la generación del comportamiento en torno a las frecuencias esperadas responde a una naturaleza distinta a la del resto de los picos del espectro.

Todo lo anterior se observó en los tres flotantes fabricados, lo que sugiere que el modelo puede abarcar geometrías no contempladas por la teoría original.

Dado que se trata de un proyecto reciente, se señalan posibles líneas de investigación futura, como el estudio de efectos no lineales y la sensibilidad a parámetros del sistema.

[1] P. McIver and M. McIver, Quarterly Journal of Mechanics and Applied Mathematics 50 (1997) 165.

[2] P. McIver and M. McIver, Journal of Fluid Mechanics 494 (2003) 89.

[3] <https://github.com/Trapped-modes-2025-LTG/Trapped-Modes-LTG>

085. Caracterización del plasma utilizado en tratamientos de semillas por espectroscopía óptica de emisión

Lencina Nicolás¹, Garavaglia Betiana¹, Repetto Carlos Enrique^{2 3}, Gómez Bernardo José^{2 3}

¹ Instituto de Biología Molecular y Celular de Rosario (IBR-CONICET)

² Instituto de Física Rosario (IFIR)

³ Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura (FCEIA), Rosario

Este estudio se centra en caracterizar, mediante la técnica de espectroscopía óptica de emisión, las especies presentes en descargas de plasma utilizadas en tratamientos de semillas. En este caso, se utilizó una descarga en aire a baja presión en un rango de 500 mTorr a 1500 mTorr. El plasma fue generado en forma inductiva mediante una fuente variable de radio frecuencia (RF) en el rango de 2 Mhz a 10 Mhz. Se identificaron picos atómicos en distintas regiones del espectro de emisión los cuales no fueron observados en ausencia de las semillas. La presencia de estos elementos permitirán esclarecer, en parte, los mecanismos fisicoquímicos presentes en la interacción del plasma con las semillas, que muestran efectos en diferentes etapas de germinación y crecimiento de la planta. En un futuro se espera poder reducir el uso de fertilizantes, minimizando así el impacto ambiental y los costos de producción en la agricultura.

086. Propiedad dinámica en los flujos MHD rotantes totalmente beltramizados

González Rafael¹

¹ Instituto de Desarrollo Humano, Universidad Nacional de General Sarmiento

En este trabajo se muestra que en un fluido MHD que rota con $\Omega_0 \mathbf{z}$ y sometido a un campo magnético $Q_0 \hat{\phi}$, las perturbaciones totalmente beltramizadas, es decir, $\nabla \times \mathbf{v} = \pm \gamma^\pm \mathbf{v}$, $\mathbf{B} = c\mathbf{v}$, entonces $\nabla \times \mathbf{B} = \pm \gamma^\pm \mathbf{B}$, cumplen la Propiedad Dinámica de los Flujos de Betrami de los fluidos neutros. En estas condiciones, la presencia del campo Q_0 produce una contracción de frecuencias en las ondas progresivas generadas a la vez que a cada γ^+ y a cada γ^- , le corresponden dos ondas simétricas con relación a k en el gráfico de la relación de dispersión, con velocidades de fase $v_{ph}^{\pm 1, \pm 2} = \mp_2 \frac{\Omega_0}{\gamma^{\pm 1}} \sqrt{1 - \xi^2}$, donde $\xi = \frac{Q_0}{\Omega_0}$. De tal forma que la frecuencia resulta $\sigma^{\pm 1} = \mp_1 \frac{\Omega_0}{\gamma^{\pm 1}}$ cuando $Q_0 = 0$ y se anula cuando $Q_0 = \Omega_0$. La rotación produce las ondas, por lo que son ondas rotantes, mientras que el campo magnético achata y desdobra simétricamente a las ondas.

087. Determinación de la temperatura electrónica de un plasma DC por Sonda de Langmuir

Kuzmicich Esteban¹, Bottari Gino¹, Dominguez Paloma¹, Gomez Bernardo²

¹ Universidad Nacional de Rosario (UNR)

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

Un plasma es un gas ionizado cuasi-neutral en el cual coexisten partículas neutras, iones y electrones. Debido a la presencia de cargas libres, el plasma conduce electricidad y su comportamiento se ve afectado fuertemente por campos electromagnéticos. El sistema se mantiene estable aunque las temperaturas de los iones, electrones y moléculas difieren considerablemente entre sí. Esto es posible por las diferencias de masa: los electrones son muy livianos respecto a los iones y las moléculas, con lo cual su velocidad cuadrática media es mucho mayor. Luego la temperatura electrónica es mayor a las temperaturas iónicas y moleculares.

En este experimento se buscó determinar la temperatura y densidad electrónica de un plasma, el cual se generó mediante la ruptura dieléctrica del aire en un tubo de vidrio. Utilizando el método de Sonda de Langmuir se midió corriente en función del voltaje externo producido por una fuente en la sonda, para distintas configuraciones en el tubo, variando: la distancia entre cátodo y ánodo, luego la distancia entre sonda y cátodo y por último el voltaje entre cátodo y ánodo.

[1] A. Fridman, "Plasma Chemistry", Cambridge University, p. 1 (2012).

[2] M. Avalos y B. Gómez, "Descargas", Física Experimental III, p. 6 y 7.

[3] F. Cassinese, G. Galfrascoli y F. Vicario "Caracterización de un Plasma DC mediante Sonda de Langmuir", UNR, Rosario, Argentina (2022).

[4] F. Del Fedele, G. Roldán y D. Mitchell "Determinación de la temperatura electrónica de un Plasma DC mediante una sonda de Langmuir", UNR, Rosario, Argentina (2016).

088. Detección automática de la Magnetic Pileup Boundary de Marte mediante KNN y DTW

Mastronardi Camila^{1 2}, Bertucci Cesar², Morales Laura¹

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

² Instituto de Astronomía y Física del Espacio (IAFE)

La interacción del viento solar con Marte genera una magnetosfera inducida, cuya frontera externa -conocida como *Magnetic Pileup Boundary* (MPB) [1]- separa al viento solar del plasma de origen marciano [2]. Esta frontera ha sido caracterizada a partir de mediciones in situ de sondas espaciales. Desde el 2014 se encuentra en funcionamiento la misión MAVEN [3]. Dado el gran volumen de datos brindado por esta sonda, el análisis manual de la MPB resulta poco escalable. En este trabajo se explora una metodología automatizada basada en aprendizaje automático para detectar la MPB utilizando únicamente datos del campo magnético.

Se desarrollaron dos clasificadores basados en el algoritmo *K Nearest Neighbors* (KNN). El primero es un modelo binario entrenado para distinguir segmentos con cruces de MPB; el segundo, un clasificador de tres clases, diseñado para identificar regiones de viento solar, magnetofunda e ionosfera. Ambos modelos emplean como entrada el módulo del campo magnético, tras un preprocesamiento espacial y temporal que incluye la segmentación por órbitas, el recorte por hemisferio y la reducción según el modelo empírico de la posición de la frontera de Vignes et al. (2000) [4]. La comparación entre series se realiza mediante una técnica de computación dinámica llamada *Dynamic Time Warping* (DTW).

Los resultados muestran que los modelos logran detectar la MPB en la mayoría de los casos, reduciendo significativamente la necesidad de inspección visual. Se propone como mejora combinar ambos enfoques para refinar la detección. Este trabajo representa un primer paso hacia la clasificación automática de fronteras de plasma en Marte, y puede extenderse a otras regiones del entorno marciano o a misiones futuras.

[1] M. H. Acuña, J. E. P. Connerney, P. Wasilewski, R. P. Lin, K. A. Anderson et al, *Science* 279 (1998) 1676.

[2] C. Bertucci, F. Duru, N. Edberg, M. Fraenz, C. Martinecz et al, *Space Sci. Rev.* 162 (2011) 113.

[3] B. M. Jakosky, J. M. Grebowsky, J. G. Luhmann and D. A. Brain, *Geophysical Research Letters* 42 (2015) 8791.

[4] D. Vignes, C. Mazelle, H. Rme, M. H. Acuña, J. E. P. Connerney et al, *Geophysical Research Letters* 27 (2000) 49.

089. Estudio experimental de la imbibición capilar en sustratos de papel con reservorio agotado.

Passeggi Veaute Virginia¹, Urteaga Raúl^{1 2}

¹ *Facultad de Ingeniería Química (FIQ), Santa Fe Capital*

² *Instituto de Física del Litoral (IFIS), Santa Fe Capital*

El estudio detallado de la imbibición capilar en papel se ha convertido en un tema relevante en el campo de la microfluídica basada en papel. Típicamente, la imbibición de los sustratos se emplea en múltiples procesos, como la carga de reactivos o el impulsado del fluido mediante bombas capilares. Sin embargo, un campo prácticamente inexplorado es el estudio de la imbibición capilar en sustratos parcialmente llenos de líquido. En estas condiciones pueden realizarse operaciones como el mezclado de reactivos, la generación de gradientes de concentración o la modificación de la velocidad de llenado capilar, lo que permite enriquecer las diferentes funciones que se llevan a cabo en la microfluídica.

En este trabajo se estudia la imbibición capilar en cintas de papel de filtro y Whatman tipo I laminadas, considerando tanto la fase inicial de avance del frente de mojado con reservorio infinito (llenado completo) como el régimen de reservorio agotado, donde el líquido se redistribuye dentro de la red porosa. La dinámica de llenado se registró mediante imágenes obtenidas con una cámara digital de alta resolución utilizando retroiluminación difusa. El procedimiento incluyó una primera etapa de imbibición con agua, seguida del secado del extremo de ingreso para simular la transición hacia un reservorio agotado. Luego de una espera en estas condiciones, el papel fue remojado con la inclusión de un colorante, lo que permitió visualizar el nuevo avance del líquido y estudiar el fenómeno de mezclado. En los ensayos realizados con papel de filtro, se observó que la velocidad de imbibición del colorante durante el remojado fue significativamente mayor que la del mojado inicial. Además, en cintas con menor fracción de llenado, el nuevo líquido tiende a mezclarse con el ya presente, mientras que en aquellas con mayor contenido líquido, el frente de imbibición desplaza el fluido existente, resultando en una menor proporción de mezcla.

En contraste, para el papel Whatman, se detectó un comportamiento distinto: la velocidad de imbibición sobre zonas secas fue menor que la velocidad inicial de mojado, y aunque la velocidad del remojado alcanzó valores hasta 30 veces mayores en las cintas con menor fracción de mojado, el grado de mezcla fue menor que en el papel de filtro.

090. Influencia de la naturaleza de los granos en el flujo de descarga en una tolva

Queirolo Burgos Mario Daniel¹, Benito Jesica², Roht Yanina Lucrecia¹

¹ Grupo de Medios Porosos, Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires

² Instituto de Física Aplicada (INFAP-CONICET), Universidad Nacional de San Luis

Los problemas asociados con el manejo y flujo de materiales granulares en tolvas son de gran importancia en las industrias farmacéutica, alimentaria, cementera y química. Los mismos generalmente están relacionados con la segregación de partículas, la formación de bloqueos o zonas de flujo errático. Los materiales con granos deformables plantean nuevos retos para controlar el flujo de dichas muestras debido a la mezcla de contactos cuando interactúan granos con granos y granos con paredes. Una de las preguntas vinculada a las aplicaciones es si existe un cambio en los regímenes de flujo (chimenea, másico, mixto, intermitente) cuando el material a descargar es una mezcla de granos blandos y rígidos. Si es así, es importante evaluar si depende de la composición de la mezcla y cómo impacta en el caudal de descarga para cada régimen.

En este trabajo caracterizamos el flujo de granos en un silo cuasi bidimensional en forma de tolva, explorando cómo varía al modificar, por un lado, la composición relativa de partículas esféricas “blandas” y “duras” (0-40% de granos duros), y, por otro, la influencia del ángulo de inclinación respecto a la gravedad. Las esferas duras utilizadas son de plástico tipo “airsoft”, huecas, de 6 mm de diámetro con baja fricción e incompresibles por lo que se pueden considerar rígidas. Las esferas blandas son perlas de hidrogel hidratadas (en una solución 0,6 M de NaCl) de manera tal de controlar su tamaño en 6 mm de diámetro. Estas partículas también son incompresibles, pero pueden deformarse bajo compresión. Ambas especies tienen densidades similares, de aproximadamente 1020 kg/m³. En cada descarga se registra el flujo con una cámara rápida (hasta 200 fps), y simultáneamente, se mide la masa descargada con un captor de fuerza ubicado en la base del silo.

Se encontró que la variación del ángulo del silo con respecto a la horizontal, β , produce cambios significativos en el régimen de flujo durante la descarga para las diferentes mezclas blandas-duras estudiadas. Para ángulos β bajos, se encontró un régimen másico de descarga, en donde el flujo de granos es constante. Para ángulos β altos, se encuentra un régimen que denominamos en cascada, dado que la descarga se da en forma de cascadas sucesivas de grupos de partículas. Entre ambos regímenes, aparece una zona de transición. Esta transición ocurre a menores valores de β a medida que se incrementa la fracción de partículas duras en la mezcla, lo que sugiere que la composición granular modifica sustancialmente los umbrales que definen cada régimen de descarga.

091. Comportamiento colectivo de perlas de hidrogel bajo confinamiento vertical

Falcioni Sebastián¹, Roht Yanina Lucrecia¹, Drazer German², Ippolito Irene¹

¹ Grupo de Medios Porosos, Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires

² Mechanical and Aerospace Engineering Department, Rutgers, The State University of New Jersey

Los hidrogeles superabsorbentes son materiales blandos capaces de almacenar grandes cantidades de agua en su interior, lo que los hace atractivos para aplicaciones agrícolas como reservorios hídricos en suelos. En este trabajo se presenta el estudio experimental del crecimiento de perlas de hidrogel sometidas a un confinamiento vertical, con el objetivo de comprender cómo el volumen disponible y el número de partículas afectan su capacidad de absorción de agua.

Se utilizaron perlas de hidrogel comerciales inicialmente secas (diámetro $d_i = (2.8 \pm 0.2)$ mm) las cuales alcanzan un tamaño máximo $d_f = (15.5 \pm 0.5)$ mm cuando crecen libremente. Las

experiencias se realizaron en dos celdas cilíndricas con pistones móviles: la celda 1 de diámetro $D=23$ mm, aloja 1 hidrogel ($NH=1$); y la celda 2 de diámetro $D=50$ mm, permite alojar $NH \geq 5$. La altura de confinamiento H se fijó con la posición de un captor de fuerza, permitiendo medir simultáneamente el crecimiento y la fuerza ejercida sobre el mismo.

En una primera instancia se estudió el crecimiento de 1 y 5 perlas, variando el confinamiento con H entre 4 y 13 mm. En estas experiencias los hidrogeles crecen libremente en el plano perpendicular (horizontal) al confinamiento vertical, es decir, sin interacción con las paredes del cilindro. En una segunda instancia, se aumentó la cantidad de perlas NH en la celda 2 ($10 \leq NH \leq 30$) para un confinamiento constante ($H=9.5$ mm), provocando así interacción con las paredes laterales y entre las perlas. El crecimiento horizontal se registró mediante video y se utilizó una solución de fluoresceína (5 mg/L) que fue excitada con luz UV.

Los resultados muestran que la capacidad de absorción de las perlas de hidrogel disminuye con el confinamiento vertical, y el efecto es mayor cuando aumenta el número de perlas. Además, para $NH \geq 10$, los hidrogeles alcanzan las paredes laterales, generando compresión e interacción entre ellos a confinamiento vertical constante. La capacidad de absorción individual de las perlas en esta situación disminuye a medida que aumenta NH debido a la limitación lateral con las paredes de la celda, mientras que, la fuerza total ejercida aumenta.

092. Ley de Ohm y ondas magnetohidrodinámicas en el plasma del VLISM

Sallago Patricia A.¹, Montero M. Fernanda^{2 1}, Vigh Carlos D.^{3 5 4}, Dugaro Agustín⁶

¹ *Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas - Centro de Investigaciones Geofísicas de La Plata, Universidad Nacional de La Plata (UNLP)*

² *Facultad Regional La Plata, Universidad Tecnológica Nacional (UTN)*

³ *Instituto de Ciencias, Universidad Nacional de Gral. Sarmiento (UNGS)*

⁴ *Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires*

⁵ *Instituto de Física Interdisciplinaria y Aplicada, Universidad de Buenos Aires, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)*

⁶ *Instituto de Astrofísica de La Plata, Universidad Nacional de La Plata, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)*

El espacio interestelar local cercano a la heliopausa, llamado VLISM (Very Local Interstellar Medium) ha sido investigado en los últimos años mediante datos obtenidos por sondas espaciales. Dicho espacio se compone de dos regiones: la más próxima a la heliopausa que se encuentra perturbada por las fluctuaciones provenientes del viento solar y otra, llamada "pristine", que será medida en el futuro. En este trabajo se realiza el análisis de escala de los términos de la ley de Ohm generalizada y los tipos de ondas magnetohidrodinámicas que pueden propagarse en el VLISM. Para ésto, se toman como valores característicos de las distintas cantidades físicas que describen al plasma, los provenientes de los trabajos de Fraternale y Pogorelov [1], Linsky y Moebius [2]. Ellos utilizaron los registros de los valores medidos por los instrumentos a bordo de las sondas Voyager 1 y 2. Luego de realizar el análisis de escala de los términos de la ley de Ohm generalizada, incluyendo los términos de Hall, gradiente de presión electrónica y resistivo, teniendo en consideración su estado de ionización parcial (difusión ambipolar), resulta que el plasma se comporta como si fuera un "conductor perfecto". También puede verse que los términos de Hall y ambipolar resultan de mayor intensidad que el término de gradiente de presión electrónica. Además, analizando la propagación de ondas magnetohidrodinámicas, proponiendo para las perturbaciones una dependencia espacio-temporal del tipo de onda plana monocromática,

pueden identificarse las ondas de Alfvén de corte y magnetoacústicas rápida y lenta.

[1] F. Fraternale and N. V. Pogorelov, *The Astrophysical Journal* 906 (2021) 75.

[2] J. L. Linsky and E. Moebius, *The Astrophysical Journal* 942 (2023) 45.

093. Control de la dinámica de cavitación acústica mediante agentes de inteligencia artificial

Tomaselli Nicolás^{1 2}, Chegade Pablo^{1 3 2}, Urdapilleta Eugenio^{1 3 4}, Bonetto Fabian^{1 3 2}

¹ *Instituto Balseiro (IB), Universidad Nacional de Cuyo (UNCuyo), Centro Atómico Bariloche (CAB)*

² *Laboratorio de Cavitación y Biotecnología, Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA)*

³ *Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)*

⁴ *Departamento de Física y Biología aplicadas a la salud - Gerencia de Área Investigación, Desarrollo e Innovación (GAIDI), Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA)*

En este trabajo se emplea aprendizaje por refuerzo para desarrollar agentes capaces de determinar estrategias que permitan influir en la dinámica de una burbuja de cavitación. El aprendizaje por refuerzo es una técnica de inteligencia artificial en la que un agente aprende a tomar decisiones mediante prueba y error, guiado por una señal de recompensa. Mientras que una burbuja de cavitación es una cavidad de gas aproximadamente esférica presente en un medio líquido, la cual se expande y comprime periódicamente generando violentos colapsos. En este trabajo se emplea la técnica mencionada para desarrollar dos agentes. El primero tiene por objetivo maximizar la temperatura alcanzada al momento del colapso de una burbuja de cavitación. Mientras que el segundo tiene por objetivo minimizar las inestabilidades de forma, causantes de la destrucción de la burbuja. Ambos agentes son entrenados en un entorno simulado que modela una burbuja de cavitación con condiciones iniciales fijas. En su interior contiene gas argón y se encuentra bajo la influencia de una onda acústica sinusoidal. Matemáticamente el entorno evoluciona siguiendo la ecuación de Keller-Miksis. Mientras se calcula el modo más significativo de las inestabilidades mediante un desarrollo perturbativo. Durante esta dinámica, los agentes interactúan ajustando en tiempo real la amplitud y frecuencia de la onda acústica para influir en la dinámica no lineal del colapso. Los resultados muestran que ambos agentes logran influir en la dinámica de la burbuja. Demuestran capacidad de descubrir estrategias con resultados superiores al caso sin intervención activa. Logran colapsos más energéticos cuando el objetivo es maximizar la temperatura, y encuentran configuraciones más estables y duraderas cuando el objetivo es minimizar inestabilidades. Este enfoque representa un paso hacia el uso de técnicas de inteligencia artificial para optimizar procesos energéticos en sistemas de cavitación, con potencial relevancia en investigaciones relacionadas con la física de plasmas.

FOTÓNICA Y ÓPTICA

Martes 16 y Miércoles 17 17:00 - 18:30 hs.

Sala Pettoruti, TACPA

Pósters impares se exhiben Martes 16 y pósters pares Miércoles 17

094. Dispositivos no lineales para la manipulación de radiación térmica

Arapayú Javier Alejandro¹, Fernández Lucas Jonatan^{2 3}

¹ Universidad Nacional del Nordeste (UNNE), Corrientes (capital)

² Instituto de Modelado e Innovación Tecnológica (IMIT), Corrientes (capital)

³ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

El manejo de la radiación térmica plantea desafíos tanto fundamentales como tecnológicos [1]. En el plano fundamental, involucra límites como la ley de Kirchhoff de equivalencia entre emisividad y absorptividad, y la cota de Planck sobre la emisión térmica. En el plano aplicado, sustenta tecnologías que van desde la refrigeración radiativa pasiva durante el día y la mejora del rendimiento de celdas solares, hasta la recolección de energía y el camuflaje térmico.

En este trabajo, exploramos cómo puede aprovecharse la interacción entre la radiación térmica, las no linealidades, y grados de libertad mecánicos para controlar el flujo de radiación térmica y recolección de energía. Además, usando un marco de tipo Langevin, demostramos que el grado de libertad mecánico que modula al sistema no lineal en contacto con reservorios de radiación térmica puede inducir resonancia estocástica [2], manifestándose como transiciones periódicas entre estados metaestables asistidos por ruido. Este mecanismo ofrece una nueva vía para el control dinámico de la emisividad térmica en sistemas fotónicos no lineales.

[1] S. Fan, *Joule* 1 (2017) 264.

[2] B. Braeckveldt and B. Maes, *Journal of the Optical Society of America B* 39 (2022) 2074.

095. Estudio de la emisión de puntos cuánticos acoplados a resonadores fotónicos

Avila Carrero Miguel Angel¹, Moretti Gianni Quimey^{1 2}, Salazar Alarcón Leonardo^{3 4}, Prado Ayelen^{3 4}, Rozas Guillermo^{3 4}, Tosi Leandro^{2 3 4}, Grinblat Gustavo^{1 2}

¹ Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires

² Instituto de Física de Buenos Aires (IFIBA), Universidad de Buenos Aires

³ Centro Atómico Bariloche

⁴ Instituto Balseiro

Estructurados en la escala nanométrica, los materiales dieléctricos [1-3] pueden confinar la luz mediante oscilaciones de electrones de ligadura (corrientes de desplazamiento), generando resonancias de tipo Mie que no conllevan disipación de energía.

Un campo de especial interés en el uso de nano-resonadores fotónicos es su aplicación en espectroscopias Raman y de fluorescencia aumentadas por superficie. En particular, en los últimos años ha cobrado gran relevancia el estudio de la emisión de puntos cuánticos acoplados a nano-antenas y metasuperficies dieléctricas [4,5].

En este contexto, este trabajo propone explorar metasuperficies fabricadas a partir de puntos cuánticos de arseniuro de indio (InAs) embebidos en heteroestructuras epitaxiales de arseniuro galio aluminio ($\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$).

En un primer paso, se caracterizaron experimentalmente sistemas planos para distintas densidades de puntos cuánticos, sin estructura lateral, sometidos a distintas longitudes de onda e intensidades de excitación. Complementariamente, se estudió numéricamente la respuesta óptica de estos

sistemas en forma de metasuperficies, con énfasis en la influencia de la distribución espacial de los modos resonantes sobre la emisión del punto cuántico, al ubicarlo en distintas regiones del nano-resonador.

Un objetivo clave es identificar configuraciones de diseño que maximicen el confinamiento del campo óptico en la región donde se ubican los emisores, así como la alineación entre su momento dipolar y la dirección del campo, mediante la variación de los parámetros geométricos que determinan la respuesta óptica del sistema ante distintas condiciones de excitación.

A partir de estos estudios preliminares, se propone ahora la fabricación de metasuperficies mediante técnicas de micro/nano-fabricación aplicadas a las heteroestructuras de AlGaAs con puntos cuánticos de InAs.

[1] P. Albella, M. A. Poyli, M. K. Schmidt et al, J. Phys. Chem. C 117 (2013) 13573.

[2] P. Albella, R. Alcaraz de la Osa, F. Moreno and S. A. Maier, ACS Photon. 1 (2014) 524.

[3] R. M. Bakker, D. Permyakov, Y. F. Yu et al, Nano Lett. 15 (2015) 2137.

[4] J. Guo et al, Nano Lett. 6 (2025) 2357.

[5] C. Cruciano et al, ACS Nano 19 (2025) 35003509.

096. Sensor óptico basado en la detección de plasmones Tamm.

Beltramini Lucia¹, Degeorgio Milagros¹, Gómez Valentín¹, Vicentin Emiliano¹, Urteaga Raúl²

¹ Facultad de Ingeniería Química (FIQ), Universidad Nacional del Litoral (UNL)

² Instituto de Física del Litoral (IFIS), Universidad Nacional del Litoral (UNL)

En este trabajo se presentan los resultados de la fabricación y caracterización de un sensor óptico basado en silicio nanoporoso recubierto con plata. El dispositivo consiste en un cristal fotónico formado por un arreglo periódico de dos capas de silicio con distinta porosidad, sobre el cual se deposita una delgada capa de plata. Este diseño exhibe una resonancia plasmónica Tamm [1].

Gracias a la porosidad del cristal fotónico y a la reducida espesura de la capa metálica, es posible inducir imbibición capilar a partir de un reservorio colocado sobre la plata. La imbibición produce un desplazamiento de la posición del plasmón en el espectro de reflectancia debido al cambio de índice de refracción del fluido dentro del silicio nanoporoso. Este mecanismo resulta particularmente ventajoso, ya que al ingresar el líquido desde el lado metálico, este entra primero en las capas más superficiales, las cuales son las que afectan en mayor medida a la posición del plasmón, resultando así en una respuesta mas rápida del sensor.

Se fabricaron múltiples muestras variando tanto el rango de longitudes de onda de alta reflectancia del cristal fotónico así como el espesor de la capa metálica. Como resultado, se consiguió fabricar un sensor cuyo factor de calidad Q en seco e imbibido es 85.4 y 125.7, respectivamente. Además, esta muestra presenta un valor de sensibilidad espectral, expresado en unidades de índice de refracción (RIU), de 241 para una resonancia centrada en 615 nm.

Por otro lado, se realizaron experimentos exponiendo a la muestra a soluciones con distintas concentraciones de etanol en agua, con el objetivo de obtener el tiempo de respuesta del sensor frente al cambio de la fracción de etanol en agua.

Los resultados obtenidos muestran un incremento notable en el factor de calidad Q de los plasmones, superando los valores reportados en investigaciones anteriores [1], lo cual implica un avance respecto al estado actual de los sensores fabricados bajo esta técnica.

[1] A. Juneau-Fecteau, R. Savin, A. Boucherif and L. G. Fréchette, AIP Advances, 11 (2021) 065305.

097. Microscopía Raman de súper resolución

Chegini Namvari Sebastian Arian¹, Obregón Tomás¹, Brinatti Vázquez Guillermo D.², Li Yi³, Maier Stefan A.⁴, Bragas Andrea V.⁵, Grinblat Gustavo⁵, Martínez Oscar E.⁶

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

² *Laboratorio de Fotónica, Instituto de Ingeniería Biomédica, FIUBA, Universidad de Buenos Aires*

³ *Southern University of Science and Technology, Shenzhen, China*

⁴ *School of Physics and Astronomy, Monash University, Australia*

⁵ *Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN), Universidad de Buenos Aires (UBA), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)*

⁶ *Laboratorio de Fotónica, Instituto de Ingeniería Biomédica, FIUBA, Universidad de Buenos Aires, CONICET*

Las técnicas de microscopía Raman permiten mapear la señal Raman [1] con resolución espacial limitada por el límite de difracción. Aunque los métodos de súper-resolución han superado este límite en microscopía de fluorescencia de campo lejano [2], no resultan aplicables al mapeo Raman en Ciencias de Materiales. Recientemente, se introdujo SUPPOSE (Superposition of Point Sources) para deconvolución en imágenes de fluorescencia, mejorando la resolución hasta cinco veces por encima del límite de difracción y manteniendo precisión y exactitud por debajo de 50 nm [3,4].

Una variante de este método, denominada edge-SUPPOSE [5], basa su reconstrucción en la detección de bordes: en lugar de superponer fuentes puntuales, busca segmentos orientados que describan la forma y el tamaño de objetos sub-difracción.

En este trabajo extendemos edge-SUPPOSE a la microscopía Raman. Dadas las coordenadas espaciales (x, y) y una imagen Raman medida $S(x, y)$ de un objeto $R(x, y)$, difuminado por la función de dispersión puntual (PSF) y contaminado por ruido, el algoritmo optimiza la ubicación y orientación de segmentos virtuales para minimizar la discrepancia entre el gradiente de la imagen de entrada y el de la imagen sintetizada.

Construimos un microscopio Raman con un objetivo de alta apertura numérica, escaneo por piezoeléctricos con pasos de 20 nm y dos modos de adquisición Raman: espectro completo por punto o banda seleccionada mediante fotomultiplicador. Aplicamos el método al mapeo de un disco de germanio de diámetro inferior al PSF y demostramos la capacidad de resolver su contorno más allá del límite de difracción.

[1] P. de Bettignies, Physical Sciences Reviews 5 (2020) 20190027.

[2] S. Pujals, N. Feiner-Gracia, P. Delcanale, I. Voets and L. Albertazzi, Nature Reviews Chemistry 3 (2019) 1.

[3] S. Martínez, M. Toscani and O. E. Martínez, Journal of Microscopy 275 (2019) 51.

[4] M. Toscani, O. E. Martínez and S. Martínez, Optics and Lasers in Engineering 161 (2023) 107337.

[5] G. D. B. Vázquez, S. Martínez and O. E. Martínez, Optics Express 28 (2020) 25319.

098. Modelado numérico del patrón de difracción en el efecto acusto-óptico

Ciucci Brazzano Ligia^{1 2}, Pellizza Leonardo^{2 3}, Corach Julián^{1 2}, González Martín^{1 2}, Duplaá Celeste¹, Aparicio Rodolfo¹, Sorichetti Patricio¹, Acosta Eduardo¹

¹ *Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires (FIUBA)*

² *Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)*

³ *Instituto de Astronomía y Física del Espacio (IAFE)*

El efecto acusto-óptico se produce por la interacción entre ondas electromagnéticas y ondas acústicas que se propagan por un medio transparente, ya sea sólido o fluido, dando lugar a un patrón de difracción. Dicho patrón depende tanto de las características de las ondas acústicas y de la radiación electromagnética utilizada, como de las propiedades del medio. Por esto, el efecto acusto-óptico constituye una herramienta valiosa para la caracterización de materiales.

En trabajos previos [1] desarrollamos un dispositivo que combina una celda acusto-óptica para fluidos con un refractómetro en cuña. Un transductor piezoeléctrico excita ondas acústicas verticales que modulan el índice de refracción del fluido, formando una red de difracción de fase. Al incidir un haz láser en dirección normal a la propagación acústica, la luz experimenta refracción y difracción. Con esta configuración, y aplicando la teoría de Raman-Nath, es posible medir simultáneamente el índice de refracción y la velocidad de propagación del sonido en el fluido.

En determinadas condiciones, por ejemplo no linealidades de la excitación, medios muy densos o fluidos complejos, el patrón de difracción puede presentar asimetrías. Su estudio puede brindar información adicional sobre el fluido, por ejemplo anisotropías, dispersión acústica, entre otros. Esto hace que sea necesaria una comprensión más profunda de la formación del patrón de difracción. Un modelo simple, como el propuesto de la red de difracción de fase, no alcanza para describir completamente el patrón observado.

Para resolver este problema, desarrollamos una técnica que permite calcular el patrón de difracción en situaciones complejas, desde primeros principios, utilizando la teoría vectorial de la difracción. La misma constituye una evolución de las técnicas de trazado de rayos que desarrollamos previamente para el estudio de sistemas ópticos de gran apertura numérica [2]. Esta técnica permite el cálculo del campo eléctrico y la intensidad del patrón de difracción en cualquier punto del espacio. En este trabajo presentamos los resultados preliminares de la aplicación de esta técnica a la celda acusto óptica.

[1] E. V. Oreglia, P. M. E. Vázquez, C. L. Matteo, P. A. Sorichetti, F. E. Veiras and L. Ciocci Brazzano, "Medición simultánea de velocidad del sonido e índice de refracción en líquidos", 10° Reunión Ibero Americana de Óptica y 13° Encuentro Latinoamericano de Óptica, Láseres y sus aplicaciones (RIAO/OPTILAS) (2019).

[2] L. Ciocci Brazzano, R. Echarri and J. M. Simon, *J. Opt.* 12 (2010) 015408.

099. Generación cuántica de números aleatorios usando un diodo emisor de luz y un sensor CMOS

Colombo Julieta¹, Amenta Delfina¹, Magnoni Agustina^{2 1}, Larotonda Miguel^{2 1}

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

² *Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas para la Defensa (CITEDEF)*

Distintas tareas relacionadas con la criptografía (clásica y cuántica) y la seguridad de la información hacen uso extensivo de números aleatorios y bits aleatorios. Sin embargo, la generación de estos bits aleatorios es una tarea crítica y problemática. Una forma de generar números aleatorios de alta calidad es mediante generadores cuánticos de números aleatorios. En este trabajo, se presenta un dispositivo portable y modular que puede generar series largas de bits aleatorios con distribución uniforme, basadas en las fluctuaciones cuánticas de fotones emitidos por un diodo emisor de luz (LED) y detectados por una cámara de tecnología CMOS. Para la extracción de aleatoriedad de los datos crudos generados por el dispositivo, se implementó una técnica de post-procesado que involucró la construcción de un extractor de Toeplitz-hashing, para

lo cual se emplearon técnicas como el algoritmo de incesgado de Von Neumann. Se aplicaron distintos tests y estimadores de aleatoriedad a las series extraídas, que no descartan en ningún caso la aleatoriedad de las mismas.

100. Desarrollo de un sistema de adquisición y análisis de imágenes de 1 Gigapixel de información

Costilla L. R. A.¹, Grecco H. E.¹

¹ *Laboratorio de Electrónica Cuántica, Instituto de Física de Buenos Aires (IFIBA), Universidad de Buenos Aires (UBA), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)*

La microscopía óptica es una herramienta fundamental para la caracterización de cortes delgados de roca en estudios petrográficos. Sus variantes – transmisión, reflexión y polarización – permiten evaluar propiedades clave como la composición mineralógica, litología, porosidad, textura poral, tamaño de grano, entre otros [1]. Sin embargo, las metodologías actuales se basan en la observación manual y en la digitalización parcial de campos visuales seleccionados, lo cual limita la representatividad, dificulta la cuantificación objetiva y requiere la presencia de expertos in situ o el transporte físico de las muestras. Además, los equipos comerciales que permiten escanear toda la muestra con alta resolución suelen ser costosos, complejos y dependen de mecanismos móviles que requieren mantenimiento constante [2].

Este proyecto busca superar esas limitaciones mediante la implementación de un microscopio computacional basado en la técnica de Pticografía de Fourier (Fourier Ptychographic Microscopy, FPM) [3], generando imágenes de hasta 1 Gigapixel de información. La FPM es una técnica que reconstruye imágenes de alta resolución (HR) a partir de múltiples imágenes de baja resolución (LR), tomadas con iluminaciones oblicuas, permitiendo ampliar el Space-Bandwidth Product (SBP) del sistema óptico y corregir aberraciones mediante un proceso iterativo de reconstrucción en el espacio de Fourier [3]. A diferencia de las técnicas de mosaico tradicionales (que ensamblan imágenes HR por parches en el espacio real) [4], FPM compone la imagen en el espacio de frecuencias, utilizando un sistema óptico fijo e iluminación angularmente variable.

Primeramente ideamos una simulación computacional en Python, que permite generar imágenes de LR desde una imagen de referencia y luego las usa para reconstruir una imagen de HR con campo visual (FOV) amplio [5], usando algoritmos de reconstrucción avanzados que aceleran la convergencia [6]. Este código contempla parámetros físicos del microscopio e incorpora posibles errores en la toma de imágenes como ser inclinaciones en los ángulos de iluminación.

Posteriormente, implementamos esta técnica experimentalmente, utilizando una cámara industrial con 65MP de resolución y un tamaño de píxel de $3.2\ \mu\text{m}$, un sistema de iluminación por matriz de LEDs que incide una iluminación a distintos ángulos sobre la muestra y en tres longitudes de onda distintas, y la adquisición sincrónica de imágenes con la iluminación. Una vez obtenidas las imágenes de LR de 1216×1216 píxeles se hizo una adaptación al código de reconstrucción que permite reconstruir imágenes HR de 9945×9945 píxeles, alcanzando hasta 0,1 Gigapíxeles en la primera versión del sistema.

Este trabajo muestra que la pticografía de Fourier es una alternativa robusta, accesible y sin partes móviles, ideal para entornos donde se requieran imágenes de alta resolución y gran campo visual, como en geociencias, biología o inspección industrial.

[1] Atlas de Mineralogía Óptica, Cátedra de Mineralogía, FCNyM, UNLP, 2008.

[2] H. Blatt, *Sedimentary Petrology* (2nd ed.), Freeman and Company, 1992.

[3] G. Zheng, R. Horstmeyer and C. Yang, *Nature Photonics*, 7 (2013) 739.

[4] S. K. Chow et al., *Journal of Microscopy* 222(Pt 2) (2006) 76.

[5] J. Bujjamer, (2020). Medición ultrasensible. Laboratorio de Electrónica Cuántica, Departa-

mento de Física, FCEyN, UBA.

[6] L. Bian, Optics Express 23 (2015) 4856.

101. Estimación de tiempos con alta precisión mediante interferometría de dos fotones

Defant Julián¹, Magnoni Agustina², Knoll Laura²

¹ Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN)

² Centro de Investigación en Láseres y Aplicaciones (DEILAP)

El efecto de interferencia de Hong-Ou-Mandel (HOM) ocurre cuando dos fotones indistinguibles ingresan simultáneamente a diferentes puertos de entrada de un divisor de haz (BS) y salen juntos por el mismo puerto de salida. Esto resulta en una caída en la tasa de coincidencias en los puertos de salida, dando lugar a un “dip” característico de la interferencia HOM. Este efecto es crucial para varias tecnologías cuánticas, incluidas las comunicaciones cuánticas, la computación y el sensado cuántico. En este trabajo se estudia la estimación de una diferencia temporal dada por el retardo óptico entre los dos caminos de un interferómetro de HOM, utilizando 4 detectores a la salida permitiendo una medición exhaustiva. Se presentan los resultados del análisis estadístico del problema, que consistió en calcular el estimador de máxima verosimilitud, asociado al esquema de medición específico, y su incerteza para el parámetro de diferencia de tiempo relativa. Se calculó la información de Fisher, obteniendo una mejora de aproximadamente dos órdenes de magnitud con respecto a esquemas actuales [1]. Para la implementación experimental, se utilizó un arreglo basado en una fuente de pares de fotones. Se generaron pares de fotones en 810 nm mediante el proceso de SPDC al hacer incidir un láser de 405 nm sobre un cristal no lineal BBO de tipo I. Los fotones fueron acoplados a fibra óptica y luego dirigidos a un interferómetro de HOM donde se realiza la medición de un retardo óptico, modificando el largo de uno de los caminos de entrada. [1] A. Lyons et al, Science Advances 4 (2018) eaap9416.

102. Control de temperatura para experimentos de espectroscopía CPT en celdas de Rubidio

Fernández Troncoso Tomás Sebastián^{1 2}, Ferrante Nicolás^{1 2}, Luda Marcelo Alejandro², Codnia Jorge²

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

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

En el ámbito de la metrología, una opción prometedora para el desarrollo de relojes atómicos portables y miniaturizables es reemplazar los actuales basados en cavidades de microondas por una tecnología de interrogación óptica. Una que se volvió popular en los últimos años es la espectroscopia CPT (del inglés, *Coherent Population Trapping*), como la utilizada en el reloj desarrollado en CITEDEF [1], que sensa la sintonía de un oscilador local con la de la transición hiperfina del estado $5^2S_{1/2}$ del ^{87}Rb mediante la transparencia inducida al generar estados electrónicos oscuros de superposición cuántica en la muestra gaseosa [2]. Para esto se utiliza una celda con vapor de rubidio, la cual debe ser calentada para aumentar la cantidad de muestra que interactúa con el haz del láser de sensado. Agregando un gas buffer se prolonga el tiempo de vida del estado de superposición, que en consecuencia afina el pico de transparencia, mejorando las prestaciones del reloj. Como contraparte, esto produce un corrimiento de la frecuencia de la referencia hiperfina (pico de transparencia) que varía con la temperatura [3] y la presión [4]. Por

esta razón es necesario estabilizar la temperatura a un valor absoluto para que el pico espectral pueda ser usado como referencia metrológica.

Para esto, en el presente trabajo se diseñó un sistema de sensado de temperatura a medida basado en medir una resistencia de platino a partir de la caída de tensión en la misma, para lo cual es necesario tener una corriente muy estable. El sistema consiste en una fuente de corriente y tensión estable, y una amplificación en dos etapas, la cual es necesaria ya que la variación de tensión con la temperatura es muy chica, optimizando así la sensibilidad del ADC de adquisición [5]. Este armado fue montado en un shield de una placa WeMos (simil Arduino UNO) que adquiere la medición mediante un ADC de 10 bits comunicándose al ordenador por WiFi.

La celda se calienta a través de un calentador resistivo conectado a una fuente de tensión programable controlada desde el mismo ordenador, que implementa un lazo de realimentación por software. Finalmente, se presenta la caracterización del sistema de estabilización y los resultados obtenidos al utilizarlo en la adquisición del pico de transparencia inducida por CPT que sirve de referencia de frecuencia.

[1] M. A. Luda, (2021). Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires. [2] V. Shah and J. Kitching, *Advances In Atomic, Molecular, and Optical Physics* 59 (2010) 21.

[3] J. Vanier, R. Kunski, N. Cyr, J. Y. Savard and M. Têtu, *Journal of Applied Physics* 53 (1982) 5387.

[4] M. D. Rotondaro and G. P. Perram, *Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer* 57 (1997) 497.

[5] P. Horowitz and W. Hield (2015). *The art of electronics* (3ra ed.). Cambridge University Press.

103. Caracterización del efecto Zeeman en experimentos de espectroscopía CPT en celdas de rubidio con gas buffer

Ferrante Nicolas^{1 2}, Fernandez Troncoso Tomas Sebastian^{1 2}, Luda Marcelo Alejandro¹, Codnia Jorge¹

¹ *Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas para la Defensa (CITEDEF), Centro de Investigación en Láseres y Aplicaciones (DEILAP)*

² *Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN), Universidad de Buenos Aires (UBA)*

En el ámbito de la metrología, una opción prometedora para el desarrollo de relojes atómicos portables y miniaturizables es reemplazar los actuales basados en cavidades de microondas por una tecnología de interrogación puramente óptica. Una que se volvió popular en los últimos años es la espectroscopía CPT (del inglés, *Coherent Population Trapping*), como la utilizada en el reloj desarrollado en CITEDEF [1], que sensa la sintonía de un oscilador local con la de la transición hiperfina del estado $5^2S_{1/2}$ del ^{87}Rb mediante la transparencia inducida al generar estados electrónicos oscuros de superposición cuántica en una muestra gaseosa [2]. Para obtenerlos, se precisa de un campo magnético que desdobra la transición hiperfina original a través del efecto Zeeman. Sin embargo, esto genera corrimientos del orden de los kHz para pocos Gauss con una celda de Rubidio en vacío [1]. Estos pueden ser modelados a través de una aproximación de orden dos sobre el modelo de Breit-Rabi, válido para estados con números cuánticos bajos, que indica que se observan dos regímenes: uno lineal a bajo campo y uno cuadrático a campos altos [3].

Es conveniente utilizar una celda con vapor de rubidio con gas buffer, que prolonga el tiempo de vida del estado de superposición, que en consecuencia afina el pico de transparencia, mejorando las prestaciones del reloj. Como contraparte, esto produce un corrimiento de la frecuencia de la referencia hiperfina (pico de transparencia) que varía con la temperatura [4] y la presión [5].

En el presente trabajo se desarrolla una caracterización sobre el corrimiento de las transiciones de CPT sobre una celda de ^{87}Rb en vacío y para una celda con ^{87}Rb y gas buffer para los distintos desdoblamientos que suceden por efecto Zeeman. Se caracterizó el régimen cuadrático a campos magnéticos altos y el régimen lineal a campos magnéticos cercanos a cero para ambas.

Los resultados obtenidos son consistentes con los modelos teóricos en vacío [1,3]. Además, el gas buffer presenta el mismo comportamiento cualitativo pero con constantes diferentes.

[1] M. A. Luda, (2021). Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires.

[2] V. Shah and J. Kitching, *Advances In Atomic, Molecular, and Optical Physics* 59 (2010) 21.

[3] Z. Warren et al, *Metrologia* 54 (2017) 418.

[4] J. Vanier, R. Kunski, N. Cyr, J. Y. Savard and M. Têtu, *Journal of Applied Physics* 53 (1982) 5387.

[5] M. D. Rotondaro and G. P. Perram, *Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer* 57 (1997) 497.

104. Transporte de energía y potencia óptica en sistemas fotónicos multimodo fuera de equilibrio que conjugan desorden y no-linealidades

Gualini Daniel Andrés¹, Fernández Lucas Jonatan^{1 2}, Kottos Tsampikos³, Ramos Alba Yanina^{1 2}

¹ *Universidad Nacional del Nordeste (UNNE), Corrientes (capital)*

² *Instituto de Modelado e Innovación Tecnológica (IMIT), Corrientes (capital)*

³ *Wave Transport in Complex Systems Lab, Department of Physics, Wesleyan University, Middletown, CT 06459, United States*

Recientes desarrollos experimentales en circuitos fotónicos no lineales multimodo (MMNPC) han impulsado el estudio de sus propiedades de transporte fuera del equilibrio. En particular, se ha establecido que sistemas complejos, débilmente no lineales y altamente multimodales pueden alcanzar un equilibrio termodinámico caracterizado por una temperatura y un potencial químico bien definidos [1]. Las condiciones para la aparición de temperaturas ópticas positivas o negativas pueden expresarse explícitamente en función del espectro lineal, la potencia inyectada y el invariante hamiltoniano del sistema. Sobre esta base, trabajos previos abordaron el transporte de energía en cadenas ópticas acopladas a reservorios térmicos con diferentes parámetros, revelando una teoría de escaleo universal válida tanto en regímenes balísticos como difusivos [2].

En este trabajo, nos enfocamos en el papel de las impurezas y el desorden en el puente que conecta los reservorios, y su competencia con las no linealidades del sistema [3]. A nivel computacional, caracterizamos los regímenes de transporte en presencia de desorden, observando cómo las no linealidades modulan el efecto de localización afectando a la transmisión de corriente. Además, mostramos que la interacción entre modos localizados permite la aparición de nuevos canales de conducción y determina cruces entre distintos mecanismos dominantes de transporte al variar el tamaño del sistema y la temperatura. Nuestros resultados aportan nuevas herramientas para el diseño de dispositivos ópticos no lineales con control eficiente del transporte, y abren perspectivas hacia aplicaciones como protocolos de enfriamiento totalmente ópticos.

[1] F. Wu, A. Hassan and D. Christodoulides, *Nat. Photonics* 13 (2019) 776.

[2] A. Kurnosov, L. J. Fernández-Alcázar, A. Ramos, B. Shapiro and T. Kottos, *Phys. Rev. Lett.* 132 (2024) 193802.

[3] I. F. Herrera-González and J. A. Méndez-Bermúdez, *Phys. Rev. E* 107 (2023) 034108.

105. Estudio de la higroscopicidad en espumas caracterizando variaciones de intensidad

Medina Ingrid^{1 2}, Mendoza L. Joaquín^{1 2}, Mojica Ruth Dary^{1 2}, Grumel Eduardo^{1 2}, Garavaglia Leopoldo¹, Gulich Damián^{1 2}, Muñoz Mercedes^{3 4}, Tebaldi Myrian^{1 2}

¹ Centro de Investigaciones Ópticas (CIOP - CONICET - UNLP - CICPBA)

² Departamento de Ciencias Básicas, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata

³ Centro de Investigación y Desarrollo en Ciencias Aplicadas 'Dr. Jorge Juan Ronco'

⁴ Departamento de Química, Facultad de Ciencias Exactas, UNLP

La higroscopicidad que corresponde a la capacidad de un material para absorber y retener humedad del ambiente, es una propiedad física fundamental que influye significativamente en el comportamiento químico, físico y funcional de una amplia variedad de materiales. Esta propiedad es crítica en campos tan diversos como la química de aerosoles, la farmacéutica, la ciencia de alimentos, la geología, y la tecnología de materiales.

En la industria farmacéutica por ejemplo, muchos principios activos y excipientes son higroscópicos, lo que puede alterar su estabilidad, fluidez, compactación y vida útil. La absorción de humedad puede inducir reacciones de degradación, formación de grumos o cambios en la biodisponibilidad, por lo que su caracterización es un requisito esencial en el desarrollo y almacenamiento de medicamentos.

En ciencia de alimentos, la higroscopicidad está directamente relacionada con la vida de anaquel, la textura, la cristalización y la actividad de agua de productos como azúcares, sales, leches en polvo y especias. El control de la humedad es clave para prevenir el deterioro microbiano y mantener la calidad sensorial.

En materiales porosos, como espumas cerámicas o geles, la higroscopicidad puede ser un indicador indirecto de la superficie específica, la porosidad abierta y la química superficial, lo que la convierte en una herramienta útil para la caracterización no destructiva de estructuras funcionales. Por lo tanto, medir y comprender la higroscopicidad de muestras de naturaleza proporciona información valiosa sobre su estructura interna y sus interacciones superficiales. Este trabajo se basa en el estudio de la higroscopicidad de espumas funcionalizadas utilizando una cámara neuromórfica que registra variaciones de patrón de intensidad en el tiempo, lo que permite estudiar las variaciones de los patrones de speckle y correlacionarlos con la respuesta higroscópica del material.

106. Propuesta experimental para el control de la polarización en fibras ópticas monomodo

Bourdieu Juliana N.¹, Agüero Mónica B.^{1 2}, Kovalsky Marcelo G.^{1 2}

¹ Centro de Investigación en Láseres y Aplicaciones (DEILAP)

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

Cuando una fibra óptica sufre deformaciones su birrefringencia cambia y, por lo tanto, el estado de polarización de un haz que se propaga por ella también. En este trabajo se estudiaron los efectos de la birrefringencia inducida al presionar y torsionar fibras ópticas con el fin de diseñar un sistema de control de polarización. Para observar estos efectos, se utilizó una fibra monomodo por la cual se propagó el haz de un diodo láser de 808 nm. Con el objetivo de deformar la fibra de manera sistemática, se diseñaron y caracterizaron sistemas de actuación de presión y torsión. Los sistemas actuadores permitieron recorrer una distancia angular que representa un 49% y un 15% del total de ángulos de orientación y elipticidad posibles respectivamente. Además, al fijar estos sistemas, se tuvo que la polarización fue constante durante una hora con un error del 3% para el ángulo de orientación y del 4.5% para el ángulo de elipticidad. Por todo esto, los actuadores de presión y torsión diseñados son un buen método para controlar la polarización, pues es posible acceder a una gran cantidad de estados y el método es estable en el tiempo.

107. Síntesis y caracterización estructural, morfológica y de luminiscencia de nanopartículas de upconversion

Lopez Zanier Valentina^{1*}, Mautino Tomás^{1*}, Illescas Marcos², Di Napoli Tomás³, Marchi María Claudia^{2,3}, Barja Beatriz², Grecco Hernán³, Martínez Ricci María Luz²

¹ Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina

² Instituto de Química, Física de los Materiales, Medio Ambiente y Energía (INQUIMAE), Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina

³ Instituto de Física de Buenos Aires (IFIBA), Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina

* Contribuyeron equitativamente a este trabajo

La fabricación de materiales luminiscentes utilizando tierras raras es cada vez más aplicado en la industria. Una de ellas es su capacidad de emitir luz de mayor energía, menor longitud de onda, a partir de luz de excitación de menor energía. Esta capacidad de conversión de luz ascendente (*upconversion-UC*) se basa en la posibilidad de absorción de múltiples fotones a través de niveles de energía reales equiespaciados de tiempos de vida largos (micro y milisegundos). En particular, este proceso se puede aprovechar para convertir la luz infrarroja proveniente de la radiación solar en energía UV-Visible que sí puede ser recolectada y utilizada por celdas solares de silicio para generar corriente eléctrica de manera más eficiente. En este trabajo, se sintetizaron nanopartículas de upconversion (UCNP) $\beta\text{-NaYF}_4\text{:Yb}^{3+}/\text{Er}^{3+}$ y $\beta\text{-NaYF}_4\text{:Yb}^{3+}/\text{Tm}^{3+}$ utilizando el método de descomposición térmica con el fin de analizar las diferencias en sus espectros de emisión por excitación de luz IR de 980 nm. Se caracterizó la morfología de las UCNPs por métodos SEM y la estructura por difracción de rayos x de polvos (DRX).

Las medidas de upconversion se realizaron con las UCNPs suspendidas en cloroformo utilizando un espectrofluorímetro Horiba PTI Quantamaster modificado [1] con un láser de 976 nm y 300 mW de potencia (Thorlabs BL976nm-SAG300). Para realizar las mediciones dinámicas, se acopló un sistema de conteo de fotones a la salida del pulso del espectrofluorímetro Horiba PTI QuantaMaster.

Se fabricó una placa PCB estandarizada para controlar los motores de los monocromadores del espectrofluorímetro utilizando circuitos integrados DRV8825 y los fines de carrera de los mismos a través de una fuente externa.

El mecanismo de conteo se implementó con una microcomputadora FPGA como sistema de adquisición analógica (Red Pitaya 125-14). Estas modificaciones permitieron medir y analizar las diferencias en las posiciones e intensidades de las bandas de los espectros de emisión estacionarios de las UCNPs al intercambiar el ion Er^{3+} por Tm^{3+} en la matriz. La inclusión de la placa permitió realizar las medidas de tiempo de vida para las diferentes zonas del espectro. Estos resultados permitieron la caracterización fotofísica integral del proceso *UC* de las partículas sintetizadas a nivel estacionario y dinámico, posibilitando el estudio de su uso en dispositivos ópticos.

[1] T. Di Napoli, Nanoscale Adv. 7 (2025) 4214.

108. Construcción de la capa ETL para celdas solares de perovskita con estructura regular n-i-p

Mangas Fiorella¹, Ravazzoli Pablo², Martinez Nahuel², Berruet Mariana³

¹ Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNICEN)

² Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNICEN), Centro de Investigaciones en Física e Ingeniería del Centro de la Provincia de Buenos Aires (CIFICEN), Instituto

de Física Arroyo Seco (IFAS)

³ Instituto de Investigaciones en ciencia y tecnología de Materiales (INTEMA), Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMdP)

Ante el cambio de paradigma de la industria energética tradicional hacia fuentes renovables que sean capaces de abastecer las demandas poblacionales, una de las respuestas surge en la energía fotovoltaica. Las celdas solares llevan años en el mercado y el objetivo actual de la comunidad científica es poder mejorar la relación entre el costo energético de producirlas y su tiempo de vida útil y eficiencia.

En este contexto las celdas solares de Perovskita (CSP) se plantean como una opción prometedora debido a su rápido desarrollo, habiendo mejorado su eficiencia desde el 3,9% en 2015 a más del 25% en la actualidad. Las CSP poseen una excelente absorción fotoeléctrica y sus propiedades químicas permiten elegir el ancho de banda según sus componentes y métodos de fabricación, lo que las hace candidatas ideales para absorber energía proveniente de fuentes de luz interior. El principal desafío que presenta esta tecnología para su comercialización es el de mejorar su eficiencia y estabilidad.

Durante la realización del presente trabajo se fabricaron nanocapas transportadoras de electrones (ETL) mediante el uso de soluciones basadas en distintos óxidos metálicos: TiO_2 , SnO_2 y ZnO , utilizando método de spin-coating para el TiO_2 y el ZnO , y baño de deposición química en el caso del SnO_2 . Adicionalmente, sobre las muestras que presentaron mejores resultados, se fabricó una nanocapa de perovskita tipo MAPI.

Las nanocapas obtenidas fueron analizadas por elipsometría con el fin de determinar su espesor, resultados que fueron contrastados con los obtenidos mediante un perfilómetro de contacto. También se realizó difracción de rayos X para analizar la estructura cristalográfica de las muestras que presentaron mejores resultados y se analizó la rectificación de las capas ETL obtenidas mediante curvas I-V con el fin de caracterizar sus propiedades eléctricas.

Los resultados obtenidos indican que el ZnO no cristalizó de manera adecuada; sin embargo, se observó que su presencia aceleró la degradación de la estabilidad de la capa de perovskita, lo que proporciona información valiosa para futuros estudios. Por otro lado, la síntesis de las nanocapas de SnO_2 y TiO_2 no alcanzó los resultados esperados, lo que evidencia la necesidad de optimizar los métodos de fabricación para mejorar su adhesión y lograr una mayor uniformidad sobre la superficie en futuros estudios.

109. Desarrollo y optimización de láseres de diodo para la separación isotópica de litio

Migliaro Candelaria¹, Encina Sergio¹, Frigerio Parenza Pablo¹

¹ Instituto Balseiro (IB), Universidad de Cuyo, CNEA, Bariloche, Argentina

La construcción de un láser con un ancho espectral fino, sintonizable y estable es clave para numerosas aplicaciones, particularmente para la ionización selectiva de isótopos de una sustancia, lo que se utiliza en el proceso de enriquecimiento. Poder hacer estos láseres a partir de diodos láser es importante debido a su bajo costo.

La separación isotópica de litio posee gran importancia en la tecnología nuclear. El isótopo Li^7 se utiliza en el circuito primario de centrales nucleares de agua presurizada y el Li^6 se emplea como blindaje o como detector de neutrones. Para dichas aplicaciones, se requieren cantidades mucho menores de litio isotópicamente puro a las utilizadas mayormente en la producción de baterías, pero su producción tiene un gran valor agregado.

En este trabajo, se construyó un diodo láser de cavidad externa, con una salida estable en longitud

de onda durante varias horas de trabajo, y un ancho de línea menor a 15 pm. Se estudiaron dos configuraciones diferentes: la de Litrow y la de Littman. Para la configuración de Littman, se logró sintonizar la salida del láser de manera continua en un rango de 3 nm, a una temperatura fija. El control de temperatura permitía trabajar en un rango más amplio del orden de 15 nm. El láser se utilizó para ionizar selectivamente el isótopo de litio Li^6 , obteniendo un porcentaje de $(95,0 \pm 1,4) \%$, y un factor de enriquecimiento de $12,67 \pm 0,2$ durante una hora de medición.

110. Análisis holográfico de modos de evaporación de gotas sésiles sobre sustratos nanoporosos

Martínez María Florencia^{1 3 2}, Monaldi Andrea Carolina^{1 2}, Budini Nicolás^{4 3}

¹ Instituto de Investigación en Energías No Convencionales (INENCO), CONICET

² Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de Salta (UNSa)

³ Departamento de Física - Facultad de Ingeniería Química, Universidad Nacional del Litoral (UNL)

⁴ Instituto de Física del Litoral (IFIS), CONICET

El estudio de la evaporación de una gota sésil expuesta al ambiente es un tema de notable interés científico, fundamental para la comprensión de numerosos procesos físicos y biológicos, y para el desarrollo de diversas aplicaciones tecnológicas. En una gota sésil, el área mojada está delimitada por la llamada línea de contacto, caracterizada por el ángulo de contacto, el radio de contacto y la altura de la gota. A medida que la gota se evapora, su geometría se modifica por la pérdida de masa, lo que da lugar a distintos modos de evaporación que corresponden a suposiciones idealizadas del comportamiento tanto del radio de contacto como del ángulo de contacto. Los modos extremos más simples son el modo de radio de contacto constante (CCR), donde la línea de contacto permanece fija y el ángulo de contacto disminuye hasta cero, y el modo de ángulo de contacto constante (CCA), donde la línea de contacto retrocede manteniendo el ángulo de contacto fijo mientras el radio de la gota disminuye a cero. Sin embargo, en la práctica, las gotas pueden evolucionar en modos intermedios o combinados. Por ello, el estudio experimental de la evolución de estos parámetros es de especial interés. Entre las técnicas existentes para determinar el ángulo de contacto, el método más común es la goniometría óptica, que implica la determinación geométrica del mismo a partir de una imagen lateral de la gota. A pesar de su sencillez, dado que el ángulo de contacto se mide solo en dos lados de la gota, no es útil si la gota no es axisimétrica.

En este trabajo, se monitorea la evolución del radio y del ángulo de contacto en gotas sésiles de agua (modo teórico predominante CCR) y alcohol isobutílico (modo teórico predominante CCA) depositadas sobre un sustrato nanoporoso, mediante holografía digital. La determinación holográfica permite una caracterización instantánea del ángulo de contacto a lo largo de toda la periferia de la gota simultáneamente. Se emplea un interferómetro de Mach-Zehnder en configuración fuera de eje para registrar una serie temporal de hologramas, que al ser reconstruidos permiten monitorear la morfología de la gota a lo largo del tiempo. La evolución espacial de los parámetros en toda la periferia de la gota se analiza aplicando una transformación polar sobre las imágenes de fase. Esto permite detectar regiones de la línea de contacto donde se alternan episodios de fijación ("pinning") y liberación, lo que da lugar a la coexistencia de distintos valores de ángulo de contacto en diferentes sectores del borde.

111. Diseño y calibración de un espectrómetro celular para evaluar muestras líquidas

Palomeque M.¹, Coronato L.¹, Capeluto G.^{1 2}, Ledesma S.^{1 2}

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

² *Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)*

La espectrometría constituye una herramienta fundamental en el panorama científico moderno, permitiendo identificar sustancias mediante su huella espectral única.

El objetivo principal del trabajo es utilizar el potencial de los teléfonos celulares, con sus sensores de alta calidad, portabilidad y accesibilidad, para desarrollar un espectrómetro de bajo costo basado en los sensores CMOS de la cámara de un teléfono celular [1]. Este equipo se utilizará para realizar mediciones de absorbancia de soluciones acuosas en el rango visible del espectro, por lo que es necesario desarrollar una fuente de luz de amplio espectro como parte integral del sistema.

Un dispositivo de este tipo puede ser utilizado en distintos ámbitos desde los educativos, en los que se pueden analizar distintas sustancias en un laboratorio escolar, hasta aquellas aplicaciones específicas como las mediciones de contaminación presente en aguas. En particular, en este trabajo mostraremos un aplicación asociada al estudio de calidad de vinos. Dada la importancia de la industria vitivinícola de nuestro país, este análisis in situ sería de gran interés tanto para productores como para usuarios. El parámetro llamado tonalidad [2], en el caso de los vinos tintos, da una idea de la calidad del vino. Como ejemplo, mostramos resultados de tonalidad para distintos vinos tintos.

[1] H. Ding et al, *Sensors and Actuators A: Physical* 274 (2018) 94.

[2] Á. I. N. Suberbiola and J. F. E. Granado, *Óptica pura y aplicada* 22 (1989) 95.

112. Filtros computacionales para la corrección del sangrado espectral

Antillano Mariana¹, Piovaneli Nicolas¹, Philipp Natalia², Estrada Laura²

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

² *Instituto de Física de Buenos Aires (IFIBA), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, CONICET-Universidad de Buenos Aires*

El sangrado espectral entre canales de detección es un artefacto frecuente en microscopía de fluorescencia que puede distorsionar significativamente la interpretación de imágenes multicanal. En este trabajo desarrollamos y pusimos a prueba una herramienta computacional en Python que implementa tres filtros para su corrección: Lamb, SEL y una variante iterativa, SELi. Aplicamos estos filtros a imágenes sintéticas así como a imágenes de células HEK293 transfectadas con combinaciones de fluoróforos. Evaluamos su desempeño cualitativa y cuantitativamente. SELi demostró ser el filtro más eficaz, con una reducción promedio del sangrado mayor al 80%.

Los resultados de este trabajo destacan la importancia de una correcta corrección del sangrado espectral para mejorar la precisión en estudios biofísicos y abren nuevas posibilidades para el desarrollo de algoritmos aplicables a microscopía multicolor.

113. Caracterización de tejidos animales ex-vivo mediante propiedades ópticas

Pugni M.¹, Waks Serra M. V.², Pardini P. A.³, Iriarte D. I.², Pomarico J. A.²

¹ *Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNICEN), Tandil, Argentina*

² *Centro de Investigaciones en Física e Ingeniería del Centro de la Provincia de Buenos Aires (CIFICEN), UNCPBA-CONICET-CICPBA*

³ *Bionirs Arg SA., Tandil, Buenos Aires, Argentina*

El estudio de los tejidos biológicos mediante el uso de la luz dentro del rango del rojo e infrarrojo cercano ha cobrado relevancia durante las últimas tres décadas debido a su carácter no invasivo y su capacidad de proporcionar información de los tejidos estudiados, a diferencia de métodos tradicionales como la mamografía o la radiografía mediante rayos X, basados en la exposición a radiaciones dañinas. La luz es un tipo de radiación no ionizante, es decir, no daña las células ni implica riesgos asociados, como sí ocurre con los rayos X. A su vez, estas técnicas permiten caracterizar los tejidos estudiados mediante parámetros ópticos, los cuales proporcionan información sobre la composición y estructura interna de la región del tejido analizada, permitiendo detectar heterogeneidades benignas o malignas sin necesidad de realizar procedimientos adicionales e invasivos, como biopsias, para evaluar el tipo de lesión.

Este trabajo consiste en estudiar las propiedades ópticas de tejidos biológicos ex-vivos, enfocándose en la absorción y dispersión de la luz en cortes de carne de cerdo y vaca mediante el uso de láseres de 670, 785, 830 y 915 nm. Se realizaron curvas de calibración con fantasmas líquidos elaborados con tinta, leche y agua, para estudiar el comportamiento de las propiedades ópticas con cada longitud de onda ante variaciones de tinta, la cual está directamente relacionada con variaciones en la absorción de la luz. Posteriormente, se analizaron diferentes tejidos para evaluar cómo interactúa la luz con ellos. A su vez, se estudió el cambio en las propiedades ópticas luego de congelar y descongelar los tejidos.

Finalmente, se llevó a cabo un experimento en el cual se construyó un fantoma compuesto por una porción de un tejido dentro de otro para simular una inclusión, con el objetivo de explorar la factibilidad de estos fantasmas para representar situaciones realistas, y aplicarlos en el estudio de métodos de detección de inhomogeneidades. Para este procedimiento, se emplearon los láseres de 670 nm, 785 nm y 830 nm como fuente de luz, y como detector, una cámara EMCCD.

Los resultados permiten comprender mejor el comportamiento óptico de estos tejidos y su potencial aplicación en técnicas de diagnóstico biomédico.

114. Cristales Fotónicos 2D basados en metales plasmónicos para el desarrollo de sensores SERS ultrasensibles, aplicado a la detección de pesticidas

Saleme Juan Ignacio^{1 2}, Pedano María Laura^{1 2 3}, Roa Simón⁴, Salazar Leonardo^{1 5}, Cortez María José⁵, Morales Rafael⁶

¹ *Instituto Balseiro (IB), Centro Atómico Bariloche (CAB)*

² *Laboratorio de Fotónica y Optoelectrónica, Gerencia de Física, CAB*

³ *Instituto de Nanociencia y Nanotecnología, NODO Bariloche*

⁴ *Departamento de Ingeniería en Materiales, Universidad de Concepción, Chile*

⁵ *División de Dispositivos y Sensores, Gerencia de Física, CAB*

⁶ *Department of Physical Chemistry, University of the Basque Country (UPV/EHU); BCMaterials; Basque Foundation of Science, España*

En Argentina, el uso intensivo de pesticidas como el glifosato y la atrazina, ha generado serios problemas ambientales y de salud de comunidades rurales. Las técnicas analíticas empleadas habitualmente han registrado niveles de glifosato y atrazina en agua que exceden los límites establecidos por la normativa nacional para agua potable (entre 300 $\mu\text{g/L}$ y 240 $\mu\text{g/L}$) [1]. Aunque muchos pesticidas están prohibidos, problemas relacionados con su uso indebido continúan, lo que evidencia la necesidad de métodos de detección más sensibles. En este contexto, la espectroscopia Raman mejorada por superficie (SERS), se presenta como una alternativa pro-

metedora.

Se desarrolló un arreglo experimental para implementar la técnica de litografía por interferencia láser con el objetivo de fabricar cristales fotónicos destinados a la detección de pesticidas y herbicidas, específicamente glifosato y atrazina, empleando SERS. Para la detección, se utilizaron cristales fotónicos pre-fabricados sobre sustratos de silicio (Si) [2-3]. Se registraron los espectros de compuestos en polvo y se compararon las bandas espectrales obtenidas con diferentes diluciones en agua desionizada. Se logró la detección de los pesticidas utilizando SERS para las concentraciones realizadas, mediante la comparación de los espectros obtenidos por tales diluciones, con los espectros obtenidos por los polvos. Se exploraron distintos arreglos experimentales para mejorar la sensibilidad de detección.

[1] Gauthier Emonds-Alt et al, *Talanta* 249 (2022) 123640.

[2] Simón Roa et al, *Materials Today Chemistry* 38 (2024) 102101.

[3] Simón Roa et al, *Surfaces and Interfaces* 39 (2023) 102948.

115. Óptica difractiva en la generación y control de vórtices ópticos

Sarobe Ebel Amilcar M.¹, Quinteiro Rosen Guillermo F.¹, Ortiz Guillermo P.¹

¹ *Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura, Universidad Nacional del Nordeste*

Los vórtices ópticos (VO), o también *vórtices electromagnéticos*, son campos electromagnéticos con singularidades de fase, esto es, regiones del espacio en las cuales la fase no está bien definida, lo cual causa que el módulo de los campos eléctrico y magnético se anule. Los VO también se pueden formar por campos electromagnéticos con singularidades en el estado de polarización. Estas particularidades han sido motivo de interés en aplicaciones tecnológicas, tales como el diseño de materiales con propiedades ópticas inéditas y la síntesis de luz estructurada. En la producción de VO la luz adquiere una estructura en el entorno de la singularidad que la caracteriza de manera única.

La formación de VO puede lograrse mediante la superposición de haces coherentes con direcciones, fases, y polarizaciones adecuadas sobre un plano de observación [1]. En este trabajo planteamos que dichos haces pueden ser provistos por los primeros órdenes de una red de difracción por transmisión: orden cero y más/menos uno. Analizamos un prototipo experimental basado en tecnología embebida de fácil acceso para controlar una fuente de alimentación de un láser diodo y registrar las imágenes formadas por la superposición de los haces difractados. Discutimos las limitaciones de una configuración basada en la superposición de tres haces de intensidades comparables, en la aproximación de ondas planas. Proponemos posibles mejoras que permitan un mayor contraste de los VO para la configuración discutida.

[1] G. F. Quinteiro Rosen, *Optik* 320 (2025) 172108.

116. Prototipo de texturómetro óptico para caracterización de hidrogeles mediante speckle dinámico

Sosa M.¹, Calderon A.², Monaldi A.^{1 2}, Budini N.^{3 4}, Ramos I.², Martinez C.^{1 2}, Domínguez D.⁵, Curkovic G.²

¹ *Instituto de Investigación en Energías No Convencionales (INENCO), CONICET*

² *Departamento de Física, Fac. de Cs Exactas, Universidad Nacional de Salta (UNSa)*

³ *Dpto. de Física, Facultad de Ingeniería Química, Universidad Nacional del Litoral (UNL)*

⁴ *Instituto de Física del Litoral (IFIS), CONICET*

⁵ *Fac. de Ingeniería, Universidad Nacional de Salta (UNSa)*

Los hidrogeles, tanto naturales como sintéticos, se utilizan en múltiples aplicaciones debido a su biocompatibilidad, capacidad de retención de agua y propiedades mecánicas ajustables. Son empleados en agricultura para mejorar la retención hídrica del suelo, en la industria farmacéutica para la liberación controlada de fármacos y en la industria alimentaria para estructurar y proporcionar textura a los alimentos. Su versatilidad los hace atractivos en biomateriales, medicina regenerativa, robótica blanda, entre otros campos. La caracterización mecánica de estos materiales es fundamental para evaluar su desempeño en distintas aplicaciones y suele realizarse mediante ensayos de tracción, compresión o indentación con texturómetros comerciales que permiten obtener curvas carga-desplazamiento y estimar parámetros físicos como el módulo de Young. En este trabajo se presentan el diseño y los primeros resultados de un prototipo de texturómetro óptico basado en speckle dinámico. Las muestras utilizadas son hidrogeles de origen vegetal que se someten a microcompresiones controladas mediante un sistema de placas Arduino, mientras son iluminadas con un láser He-Ne. La luz dispersada por la muestra es registrada por una cámara digital como un patrón de speckle que varía en el tiempo en respuesta a la deformación de la muestra. Se analizaron las señales de actividad speckle para estudiar su correlación con curvas tipo carga-desplazamiento, como etapa inicial de desarrollo experimental para aplicaciones en caracterización no invasiva de materiales blandos.

117. Espectroscopía de estados de Rydberg en átomos fríos: señales de EIT y efectos inducidos por microondas

Velazco Piaggio Lucía¹, Failache Horacio¹, Lezama Arturo¹, Muniz Juan Andrés¹

¹ *Sociedad Uruguaya de Física (SUF)*

En este trabajo se presentan mediciones espectroscópicas de átomos de Rydberg en una nube de átomos fríos de rubidio-87, atrapados y enfriados mediante una trampa magneto-óptica a 100 μ K. La excitación a estados de Rydberg se realiza mediante dos fotones con láseres estabilizados en frecuencia, en una configuración colineal contra-propagante. Se estudia la absorción del láser infrarrojo (IR) en presencia del láser azul, observando una reducción atribuible principalmente a un proceso incoherente derivado de la larga vida de los estados de Rydberg y no a una transparencia electromagnéticamente inducida (EIT) pura, debido al ruido en la frecuencia relativa de los láseres utilizados en la excitación. Se plantea la discusión respecto a este último punto queriendo responder la pregunta de si se trata puramente del efecto EIT o de otro tipo de fenómeno incoherente que conlleva a esta reducción en la absorción. Por otra parte, al exponer los átomos excitados a un campo de microondas linealmente polarizado, se registra un incremento inesperado en la absorción del láser IR cuando la frecuencia de microondas coincide con una transición entre niveles de Rydberg, debido a un desplazamiento inducido que desajusta la excitación láser. Cuando la frecuencia está desfasada, se observa una caída significativa en la absorción, atribuida a efectos mecánicos derivados de interacciones dipolares fuertes inducidas por el campo de microondas. Este fenómeno confirma que la transparencia observada no es exclusivamente coherente, sino que está modulada por dinámicas atómicas inducidas mecánicamente, ampliando la comprensión y el control de interacciones en gases de Rydberg.

[1] K. J. Weatherill, J. D. Pritchard, R. P. Abel, M. G. Bason, A. K. Mohapatra and C. S. Adams, J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys. 41 (2008) 201002.

[2] E. Brekke, J. O. Day and T. G. Walker, Phys. Rev. A 86 (2012) 033406.

[3] M. Tanasittikosol, J. D. Pritchard, D. Maxwell, A. Gauguet, K. J. Weatherill, R. M. Potvliege and C. S. Adams, J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys. 44 (2011) 184020.

[4] R. Faoro, C. Simonelli, M. Archimi, G. Masella, M. M. Valado, E. Arimondo, R. Mannella, D. Ciampini and O. Morsch, Phys. Rev. A 93 (2016) 030701.

[5] D. Petrosyan and K. Mølmer, Phys. Rev. Lett. 113 (2014) 123003.

118. Transferencia de estabilidad óptica a través de un interferómetro Fabry-Perot

Yangüez Camila Rocío¹, Schmiegelow Christian^{2 1}, Luda Marcelo^{1 3}

¹ Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires

² Instituto de Física de Buenos Aires (IFIBA), Universidad de Buenos Aires

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

Muchas aplicaciones en experimentos de física atómica y cuántica requieren un control fino y estable de frecuencias ópticas. Un ejemplo relevante son los experimentos de manipulación de estados electrónicos en trampas de iones de $^{40}\text{Ca}^+$ [1]. En particular, son de interés las transiciones $^2\text{S}_{1/2} \rightarrow ^2\text{P}_{3/2}$ (393 nm) y $^2\text{P}_{3/2} \rightarrow ^2\text{D}_{5/2}$ (854 nm) [2].

En este trabajo se realiza un sistema de transferencia de estabilidad entre dos fuentes láser utilizando una cavidad Fabry-Pérot como intermediaria [3]. El láser de referencia es un VCSEL estabilizado a una transición del ^{87}Rb mediante un sistema de realimentación que involucra técnicas de detección lock-in, control PID y procesamiento embebido en una FPGA [3-4]. Por otro lado, el láser a estabilizar es un ECDL sintonizado a 854 nm, correspondiente a la transición $^2\text{P}_{3/2} \rightarrow ^2\text{D}_{5/2}$ del $^{40}\text{Ca}^+$, controlado por temperatura, corriente y tensión aplicada a un piezoeléctrico que ajusta la posición de la red de difracción.

La comparación entre ambos láseres se realiza mediante el barrido de uno de los espejos de la cavidad Fabry-Pérot montado sobre un piezoeléctrico, lo que permite observar los picos de transmisión correspondientes a cada láser. A partir de la diferencia temporal entre estos picos se implementa un sistema de estabilización de la frecuencia del ECDL, con un objetivo de estabilidad en el orden de 5–10 MHz.

Se logró realizar una validación experimental de la prueba de concepto del sistema de estabilización, sentando las bases para extender el método a otras líneas láser, como la de 393 nm, correspondiente a la transición $^2\text{S}_{1/2} \rightarrow ^2\text{P}_{3/2}$. A futuro, se espera poder integrar múltiples fuentes láser en una misma cavidad Fabry-Pérot, con el objetivo de desarrollar un sistema de estabilización compacto referenciado a una transición del ^{87}Rb .

[1] N.A. Nuñez Barreto, M. Bonetto, M.A. Luda, C. Cormick and C.T. Schmiegelow, Phys. Rev. Lett. 133 (2024) 183601.

[2] I. D. Moore, A. Quinn, J. O'Reilly, J. Metzner, S. Brudney, G. J. Gregory, D. J. Wineland and D. T. C. Allcock, Spontaneous Raman scattering out of a metastable atomic qubit, arXiv:2505.04854v1 [quant-ph] (2025).

[3] E. Pultinevicius, M. Rockenhäuser, F. Kogel, P. Groß, T. Garg, O.E. Prochnow and T. Langen, Rev. Sci. Instrum. 94 (2023) 103202.

[4] M.A. Luda, M. Drechsler, C.T. Schmiegelow and J. Codnia, Rev. Sci. Instrum. 90 (2019) 023106.

FUNDAMENTOS, INFORMACIÓN Y TECNOLOGÍAS CUÁNTICAS

Martes 16 y Miércoles 17 17:00 - 18:30 hs.

Sala Pettoruti, TACPA

Pósters impares se exhiben Martes 16 y pósters pares Miércoles 17

119. Identificación eficiente de Hamiltonianos de cadenas de espines mediante aprendizaje automático.

Acosta Coden Diego Sebastian¹, Romero Rodolfo Horacio¹, Ferrón Alejandro¹

¹ *Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura, Universidad Nacional del Nordeste (UNNE), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)*

Los esfuerzos actuales por aprovechar arquitecturas de espines para la computación cuántica requieren de sistemas diseñados con precisión cuya dinámica cuántica está excepcionalmente bien caracterizada, en este contexto presentamos un marco de aprendizaje automático para la identificación de parámetros de acoplamiento en cadenas de espín XX y XXZ que equilibra la demanda de recursos experimentales entre protocolos existentes, unos de “fuerza bruta” y otros “minimalistas”. En un extremo, algunos métodos basados en LSTM (por ejemplo Liangyu Che et al. [1]) procesan vastas series temporales de todos los observables locales de Pauli ($\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z$) de la red, lo que requiere múltiples canales de medición y muestras de tiempo, una sobrecarga poco realista para la mayoría de los experimentos. Por otro lado, el Algoritmo de Realización de Estados Propios (Zhang y Sarovar [2]; Sone y Cappellaro [3]) reconstruye acoplamientos a partir de registros temporales de σ_x de un solo sitio mediante inversión lineal del sistema, pero presenta una escalabilidad limitada. Nuestro enfoque utiliza modelos supervisados entrenados con series temporales de magnetización de un solo operador local, y demostramos que la cantidad de mediciones necesarias para alcanzar una fidelidad del 95 % en la estimación del acoplamiento es al menos un orden de magnitud menor que en los protocolos LSTM, ofreciendo un equilibrio práctico entre precisión y coste experimental. A partir de esta herramienta de identificación, construimos predictores para pronosticar la fidelidad de la transferencia de una excitación. Nuestros resultados proporcionan protocolos para el aprendizaje Hamiltoniano eficiente en el uso de recursos, así como nuevos conocimientos físicos que pueden usarse para la construcción de cadenas de espines que permitan la transferencia del estado con alta calidad.

[1] L. Che et al., Phys. Rev. Research 3 (2021) 023246.

[2] J. Zhang and M. Sarovar, Phys. Rev. Lett. 113 (2014) 080401.

[3] A. Sone and P. Cappellaro, Phys. Rev. A 95 (2017) 022335.

120. Relaciones de incerteza para sistemas no hermíticos

Alvarez Yanet^{1 2}, Portesi Mariela^{1 2}, Reboiro Marta^{1 2}, Ramírez Romina^{2 3}

¹ *Instituto de Física de La Plata (IFLP)*

² *Facultad de Ciencias Exactas (FCE), UNLP*

³ *CMA LP (Centro de matemática de La Plata), La Plata*

Estudiaremos cómo generalizar las relaciones de incerteza cuántica para observables no compatibles, originalmente formuladas por Heisenberg y Robertson, a sistemas gobernados por Hamiltonianos pseudo-hermíticos. Una característica central de estos operadores es la existencia de dos fases espectrales distintas: una fase de simetría, en la que todos los autovalores son reales y una fase de ruptura, en la cual su espectro contiene pares de complejos conjugados. El pasaje entre ambas fases, está asociado a la aparición de puntos excepcionales. Para mantener

una interpretación física consistente es necesario redefinir el producto interno de Hilbert mediante una métrica definida positiva. En la fase de ruptura, este enfoque se fundamenta en desarrollos de la teoría espectral en espacios con producto interno indefinido (espacios de Krein). Particularmente, obtendremos estas relaciones para un Hamiltoniano modelo PT -simétrico, el cual es pseudo-hermítico y exhibe de forma explícita la transición entre las fases espectrales real y compleja.

[1] R. Ramírez and M. Reboiro, J. Math. Phys 60 (2019) 012106.

[2] N. Shukla, R. Modak and B. P. Mandal Phy. Rev. A 107 (2023) 042201.

121. Análisis de los efectos de las correlaciones supercuánticas entre los agentes en el juego de las minorías

Barrangú J P¹, Arizmendi C M¹, Mazzitello K²

¹ ICYTE, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Mar del Plata

² CAB, CNEA-CONICET, Argentina

Estudiamos cómo las correlaciones tipo PR-Box (Popescu-Rohrlich Box) [1] afectan el Juego de las Minorías (Minority Game). Se trata de un juego binario donde los jugadores eligen entre dos opciones en forma independiente y aquellos que optan por la opción menos popular (la minoría) ganan [2]. La versión cuántica de este juego [3] tiene las mismas reglas que la versión clásica, pero produce resultados diferentes debido a la no-localidad cuántica. 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, por su parte, se caracterizan por ser no-localizadas y no-señalizantes, alcanzando el máximo valor en la desigualdad CHSH y representando la máxima no-localidad posible. El Precio de la Anarquía (PoA) [5] es un concepto de la teoría de juegos que mide cómo la conducta egoísta de los jugadores reduce la eficiencia del sistema. Si utilizamos como medida para calcularlo una función del “welfare” (bienestar) de los agentes, entonces un PoA más alto indica que los jugadores están usando mejor los recursos, a diferencia de utilizar funciones de costo, donde un menor PoA indica mayor eficiencia. Se espera que la introducción de PR-Boxes incremente la eficiencia, en comparación con los escenarios clásico y cuántico. La eficiencia del juego está ligada a la memoria de las jugadas ganadoras. En el juego clásico aparecen dos fases separadas: la fase simétrica, o impredecible, en la que los agentes son incapaces de saber las acciones ganadoras a partir de la historia pasada y la fase asimétrica, o predecible, en la que hay agentes con mayor probabilidad de ganar. También analizamos las estadísticas del juego en diferentes configuraciones.

[1] S. Popescu and D. Rohrlich, Foundations of Physics 24 (1994) 379.

[2] D. Challet and Y. Zhang, Phys. A 246 (1997) 407.

[3] S. C. Benjamin and P. M. Hayden, Phys. Rev. A 64 (2001) 030301.

[4] A. P. Flitney, M. Schlosshauer, C. Schmid, W. Laskowski and L. C. Hollenberg, Phys. Lett. A 373 (2009) 521.

[5] E. Koutsoupias and C. H. Papadimitriou, Computer Science Review. 3 (2009) 65.

122. Experimentos con iones atrapados en el Laboratorio de Iones y Átomos Fríos

Bonetto Muriel^{1 2}, Filgueira Lautaro^{1 2}, Nuñez Barreto Nicolás Adrián^{1 2}, Révora Corina^{1 2}, Vlatko Carolina^{1 2}, Luda Marcelo^{1 3}, Cormick Cecilia^{4 5}, Schmiegelow Christian Tomás^{1 2}

¹ Laboratorio de Iones y Átomos Fríos, Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y

Naturales, Universidad de Buenos Aires (UBA)

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

³ *Centro de Investigaciones de Láseres y Aplicaciones, Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas para la Defensa (CITEDEF)*

⁴ *Instituto de Física, Facultad de Ingeniería, Universidad de la República de Uruguay (UDEAR)*

⁵ *Instituto de Física Enrique Gaviola (IFEG), Universidad Nacional de Córdoba (UNC), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)*

En este trabajo presentamos los avances en el estudio de la interacción de haces estructurados con iones individuales atrapados. En primer lugar, utilizamos la técnica de atrapamiento coherente de poblaciones (CPT) para realizar una medición directa del efecto Doppler rotacional utilizando un único ion de calcio atrapado en una trampa anular. Por otro lado, aprovechando estas técnicas, presentamos el avance del estudio de termometría local en cadenas de iones. Allí proyectamos, utilizando haces estructurados, realizar mediciones de transporte de calor mediante excitación y detección de movimiento térmico transversal. Para este fin, se construyó una trampa de iones con geometría lineal. Presentamos aquí los avances y las primeras caracterizaciones de atrapados en esta nueva trampa.

123. Diseño, fabricación y caracterización de resonadores superconductores de alta inductancia cinética

Borgarello Franco¹, Ramos Kelvin¹

¹ *Instituto Balseiro (IB), San Carlos de Bariloche*

Los detectores de inductancia cinética constituyen una tecnología emergente para la detección de radiación en el rango que va desde el infrarrojo hasta los rayos X. Su principio de funcionamiento se basa en la variación de la inductancia cinética de un material superconductor por la absorción de fotones de suficiente energía. Esta variación se detecta como un cambio de frecuencia de un circuito resonante integrado en el superconductor. En este trabajo se diseñaron, fabricaron y caracterizaron resonadores superconductores para ser utilizados como píxeles en un array destinado a la detección de fotones. Los resonadores se fabricaron a partir de films delgados de Al crecidos por sputtering, usando técnicas de litografía óptica y comido químico. Se verificó que al variar la potencia y la temperatura la frecuencia de resonancia de los resonadores se desplaza. Se implementó además un setup para la lectura heterodina de los resonadores utilizando una FPGA RedPitaya.

124. Generación de señales arbitrarias con un dispositivo JAWS

Borgarello Gilabert Alesio¹, Norscini Sofía¹, Real Mariano², Iuzzolino Ricardo Javier³

¹ *Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), Universidad de Buenos Aires (UBA)*

² *Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), Universidad Nacional de Gral. San Martín (UNSAM), Instituto de la Calidad Industrial (INCALIN)*

³ *Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI)*

El efecto Josephson descubierto en 1962 [1] permitió desarrollar patrones de tensión eléctrica basados en constantes fundamentales.

La tensión en un arreglo de junturas Josephson viene dada por $V_J = n(h/2e)f$, donde n es un número entero, f es la frecuencia de microondas aplicada al arreglo trazable a la unidad de tiempo, h la constante de Planck y e la carga del electrón.

Los sistemas basados en este efecto han avanzado hacia la sintetización de formas de onda arbitrarias, denominado a este último como Josephson Arbitrary Waveform Synthesizer (JAWS). En este trabajo, desarrollamos y evaluamos un sistema JAWS [2] en el INTI, con el objetivo de establecer un patrón de señales arbitrarias de alta exactitud que en el futuro permitirá calibrar instrumentos en el área de electricidad, termometría y acústica, entre otros.

El sistema funciona aplicando un patrón de pulsos binarios de alta frecuencia ($f \geq 5$ GHz) a un chip JAWS, que consta de un arreglo de 5000 junturas Josephson. El patrón de pulsos binarios son obtenidos aplicando una modulación Sigma-Delta de 1^{er} o 2^{do} orden [3,4] a la señal que se desea generar. Luego, estos pulsos son programados en una Field Programmable Gate Array (FPGA) y se transmiten al chip JAWS a través de una guía de ondas, excitando así las junturas y generando una versión cuantizada de la señal original. El dispositivo JAWS ofrece gran utilidad en la metrología, ya que sus señales están referenciadas a constantes fundamentales, eliminando así la necesidad de realizar calibraciones externas. Las mediciones realizadas validaron la capacidad del sistema para generar señales de distintas amplitudes en el rango hasta 10 mV de amplitud y desde 1 kHz hasta 10 kHz de frecuencia. Se han verificado señales sinusoidales, multitono, triangulares y diente de sierra.

[1] B. D. Josephson, Phys. Lett. 1 (1962) 251.

[2] O. Kieler, Low Temp. Phys. 50 (2024) 948.

[3] J. M. de la Rosa, IEEE Trans. Circuits Syst. I 58 (2011) 1.

[4] P. Aziz, H. Sorensen and J. van der Spiegel, "An overview of sigma-delta converters," IEEE Signal Processing Magazine 13 (1996) 61.

125. Un enfoque estadístico para el desempeño de la teleportación cuántica más allá de la fidelidad promedio

Bosyk Gustavo Martin¹, Bussandri Diego²

¹ Instituto de Ciencias de la Computación (ICC), CONICET-UBA

² Instituto de Física Enrique Gaviola (IFEG), Córdoba Capital

En este trabajo, presentamos un marco estadístico integral para evaluar el rendimiento de un protocolo de la teleportación cuántica más allá del punto de referencia convencional de la fidelidad promedio. En primer lugar, derivamos una expresión en forma cerrada para la distribución de probabilidad de las fidelidades de teleportación y la aplicamos tanto a los esquemas clásicos de 'medir y preparar' como a la teleportación cuántica estándar, considerando dos modelos de ruido relevantes: estados recurso bell-diagonales y canales locales de disipación de amplitud. Estos resultados revelan que protocolos con fidelidades promedio idénticas pueden exhibir comportamientos estadísticos marcadamente diferentes, y que apoyarse únicamente en la fidelidad promedio puede enmascarar asimetrías inherentes introducidas por el ruido local, lo cual podría conducir a conclusiones engañosas de simetría. En segundo lugar, proponemos un método de certificación basado en funciones de importancia a priori (por ejemplo, distribuciones Beta), que unifica criterios basados en momentos y probabilidades de éxito por umbral en una única métrica de mérito. Al aplicar este marco, demostramos que certificar una teleportación de alta fidelidad requiere un entrelazamiento o no-localidad cada vez más robustos, y aclaramos que el llamado efecto de 'combatir el ruido con ruido' surge de la función de importancia a priori elegida, más que de una ventaja real.

126. Estados historia de evoluciones generales

Boette A^{1 2}, Rossignoli R^{1 2 3 4}, Canosa N^{1 2 4}, Lomoc F^{1 2 4}

¹ Departamento de Física, FCEX, Universidad Nacional de La Plata (UNLP)

² *Instituto de Física de La Plata (IFLP)*

³ *Comisión de Investigaciones Científicas (CIC), Ciudad de La Plata*

⁴ *Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)*

Presentamos un formalismo relacional para caracterizar la evolución de los sistemas cuánticos basado en las correlaciones entre un sistema cuántico y uno que hace las veces de reloj, de dimensión finita. Estos sistemas forman un estado historia estático que contiene toda la evolución del sistema. Si bien el entrelazamiento sistema-tiempo de un estado historia proporciona una medida consistente del grado de evolución unitaria de un estado puro, esto ya no es válido para estados mixtos generales arbitrarios, que pueden representar, por ejemplo, los de un subsistema acoplado a un entorno, experimentando una evolución no unitaria. Se presenta un esquema general para analizar y cuantificar evoluciones, incluyendo en particular aquellas caracterizadas por mapas completamente positivos que preservan la traza. En este escenario, introducimos un nuevo cuantificador de la evolución del subsistema con respecto a una base de reloj elegida, mostrando que proporciona una medida consistente. También se proporcionan expresiones analíticas para el caso básico en el que el sistema reloj es un qubit, así como la aplicación de este formalismo a caminatas cuánticas.

127. Determinación del Hamiltoniano a partir de las matrices densidad de M-cuerpos, utilizando técnicas de Machine Learning

Cianciulli Agustin¹, Rossignoli Raul^{1 2}, Matera Juan Mauricio¹

¹ *Instituto de Física de La Plata (IFLP), Universidad Nacional de La Plata (UNLP), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)*

² *Comisión de Investigaciones Científicas (CIC), Ciudad de La Plata*

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.

128. Reversibilidad en circuitos cuánticos aleatorios ruidosos

Comedi Emanuel Shai¹, Zamora Darío Javier², Tielas Diego Alejandro¹, Holik Federico Hernán¹

¹ *Instituto de Física de La Plata (IFLP)*

² *Instituto de Física del Noroeste Argentino (IFINOA), San Miguel De Tucuman (capital)*

El problema de la flecha del tiempo y la reversibilidad son tópicos centrales de la historia de la Física. Con el advenimiento de las tecnologías cuánticas, se presenta la oportunidad de estudiar sistemas cuánticos individuales, vinculando los problemas mencionados con desafíos tecnológicos. Nuestro objetivo es investigar la irreversibilidad en procesadores cuánticos, en relación al estudio de distintos modelos de ruido. Para ello, generamos circuitos cuánticos aleatorios, seguido de sus circuitos inversos. Si el dispositivo considerado fuera ideal, deberíamos recuperar el estado inicial de la computadora cuántica (es decir, aquel en el que todos los n qubits involucrados en un circuito están en cero $|000\dots\rangle$). Sin embargo, esto no es así en presencia de ruido. De esta forma, nos proponemos estudiar cómo se comporta la magnitud $M = |\langle 000\dots | f \rangle|^2$ donde $|f\rangle$ es el estado final, para distintos tipos de ruido en circuitos cuánticos aleatorios.

Con la inclusión de modelos de ruido en QISKIT [1] calculamos los valores de M asociados a dichos circuitos, utilizando simuladores de distintos prototipos de computadoras cuánticas, para evaluar el solapamiento entre los estados finales y los iniciales, simulando mediciones de los estados finales.

Así, se obtienen histogramas que muestran las distribuciones de los valores de M asociados a los circuitos para distintos modelos de ruido. Los parámetros de las simulaciones son: el dispositivo cuántico simulado, el tipo de ruido, el número de qubits por circuito y la profundidad del circuito (cantidad de capas de compuertas).

De esta forma, se busca evaluar cómo se comporta la irreversibilidad en relación al ruido en distintas arquitecturas de procesadores cuánticos.

[1] A. Javadi-Abhari et al, arXiv:2405.08810 (2024).

129. Conexión entre OTOCs, brecha espectral del Liouvilliano y caos cuántico en cadenas de espines

Duarte Figueredo Jerónimo E.¹, García-Mata Ignacio^{2 1}, Wisniacki Diego A.³

¹ *Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMDP), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN), Departamento de Física*

² *Instituto de Investigaciones Físicas de Mar del Plata (IFIMAR), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Mar del Plata, CONICET, 7600 Mar del Plata, Argentina*

³ *Instituto de Física de Buenos Aires (IFIBA), FCEyN, Universidad de Buenos Aires, 1428 Buenos Aires, Argentina*

Los OTOCs (Out-of-Time-Order Correlators, Correladores Fuera de Orden Temporal) son una herramienta fundamental para caracterizar en sistemas cuánticos la dispersión de información y el comportamiento caótico [1]. En este trabajo investigamos la dinámica de relajación a tiempos largos en cadenas aisladas de espines con una perturbación periódica, analizando tres cantidades complementarias: la tasa de decaimiento del OTOC, la brecha espectral del Liouvilliano extraída del mismo modelo con disipación, y los indicadores estándar de caos cuántico basados en estadística de niveles [2]. En sistemas con análogo clásico, las tasas de relajación están gobernadas por las resonancias de Ruelle-Pollicott [3]. Para sistemas sin un límite semiclasico, la brecha espectral del Liouvilliano —definida primero tomando el límite termodinámico y luego el de baja disipación— ha sido propuesta como el análogo cuántico de dichas resonancias [4]. Mostramos que, en un amplio rango de parámetros que abarca regímenes caóticos y de transición, la tasa de decaimiento del correlador sigue de cerca el doble de la brecha espectral del Liouvilliano extrapolada, sin parámetros libres de ajuste. Además, al analizar los indicadores de caos, encontramos que esta correspondencia persiste incluso cuando el sistema se aleja del comportamiento plenamente caótico. Nuestros resultados establecen una conexión directa entre propiedades espectrales, dinámica de relajación y firmas de caos cuántico, destacando a la brecha espectral del Liouvilliano como la cantidad clave que gobierna la dinámica a largo plazo en este sistema de muchos cuerpos.

[1] J. Maldacena, S. H. Shenker and D. Stanford, Journal of High Energy Physics 2016 (2016) 1.

[2] O. Bohigas, M.-J. Giannoni and Ch. Schmit, Phys. Rev. Lett. 52 (1984) 1.

[3] I. García-Mata et al., Phys. Rev. Lett. 121 (2018) 210601.

[4] T. Mori. Physical Review B 109 (2024) 064311.

130. Decoherencia inducida por un baño térmico de Caldeira-Leggett en un sistema de dos qubits y cavidad en régimen dispersivo

Fernandez Leandro¹, Taboada Juan Agustin¹

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

En este trabajo, investigamos la dinámica cuántica de dos qubits no interactuantes, acoplados en régimen dispersivo a un único modo de una cavidad resonante, la cual disipa energía hacia un reservorio térmico del tipo Caldeira-Leggett. Este modelo, que permite describir dinámicas Markovianas para circuitos superconductores (ej. transmones) embebidos en líneas de transmisión (cavidad) acopladas a entornos disipativos (ej. resistencias), se estudia mediante un Hamiltoniano efectivo qubits-cavidad en el régimen dispersivo, extendiendo el marco del modelo Jaynes-Cummings. Utilizando el formalismo de Lindblad, cuantificamos la decoherencia en los qubits inducida de manera indirecta por el reservorio térmico a través de la cavidad.

131. Termodinámica cuántica de un sistema no hermítico

Fushimi Ignacio¹, Reboiro Marta¹

¹ *Instituto de Física de La Plata (IFLP)*

La cuántica no hermítica se desarrolló para entender los procesos del núcleo atómico [1]. Hoy en día, estas herramientas se aplican en una amplia variedad de áreas. En nuestro caso, modelamos un sistema híbrido compuesto por un ensamble de vacancias de nitrógeno en diamante (NV) y un qubit de flujo superconductor (SFQ) [2]. Introducimos una interacción que da lugar a un hamiltoniano pseudo-hermítico, un caso particular de los hamiltonianos no hermíticos con propiedades interesantes.

En nuestro trabajo, utilizamos este modelo para entender la evolución temporal a $T=0$ y la termodinámica del sistema en un momento dado. En particular, encontramos puntos excepcionales en el espacio de fase, donde el hamiltoniano no se puede diagonalizar. En estos, encontramos efectos interesantes como decaimientos no exponenciales [2]. Mas aún, las cantidades termodinámicas se comportan de tal forma que permite establecer un ciclo de Carnot en zonas estables del espacio de fase, y por ende, comparar esa eficiencia con aquella de otros ciclos, con la posibilidad de encontrar un ciclo con mejor eficiencia que la de Carnot [3,4]. El próximo paso en nuestra investigación es estudiar la evolución temporal a temperatura finita.

[1] H. Feshbach, *Annals Phys.* 5 (1958) 357.

[2] R. Ramírez, M. Reboiro and D. Tielas, *Eur. Phys. J. D* 74 (2020) 193.

[3] I. Fushimi and M. Reboiro, en escritura.

[4] A. Fring and M. Reboiro, *Eur. Phys. J. Plus* 139 (2024) 733.

132. Máxima violación de desigualdades de Bell tipo CHSH

Gigena Nicolás¹, Panwar Ekta^{2 3}, Scala Giovanni^{3 4}, Araújo Mateus⁵, Farkas Máté⁶, Chaturvedi Anubhav⁷

¹ *Instituto de Física de La Plata (IFLP) Ciudad de La Plata*

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.*

A partir de la conocida desigualdad estudiada por Clauser, Horne, Shimony y Holt en 1969

puede construirse una familia biparamétrica de funcionales de Bell que incluyen contribuciones de valores de expectación marginales. Estas funcionales aparecen naturalmente al considerar experimentos de Bell con detectores no ideales. La eficiencia de tales detectores tiene un impacto directo en el carácter no local de las correlaciones que pueden observarse entre sistemas cuánticos, y por lo tanto desempeña un rol crucial en la implementación de protocolos de procesamiento de información cuántica que requieren la presencia de tales correlaciones.

Si bien el impacto de la eficiencia de detectores no ideales en un test de Bell se conoce desde las investigaciones de Eberhard en 1993 [1], determinar la máxima violación de la desigualdad CHSH en estas condiciones, y el estado y medidas óptimas que la realizan, ha permanecido como un problema abierto. En este trabajo [2] derivamos una solución analítica para este problema, y mostramos que, de hecho, la máxima violación certifica al estado y medidas óptimas.

[1] P. H. Eberhard, Phys. Rev. A 47 (1993) R747. [2] N. Gigena, E. Panwar, G. Scala et al., npj Quantum Inf 11 (2025) 82.

133. Grados de aleatoriedad en secuencias generadas en un esquema de distribución cuántica de claves (QKD)

Agüero Mónica B.^{1 2}, Bourdieu Juliana N.^{1 2}, Kovalsky Marcelo G.^{1 2}

¹ Departamento de Investigaciones en Láseres y sus aplicaciones (DEILAP)

² Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas para la Defensa (CITEDEF)

Utilizamos un arreglo experimental de generación de pares de fotones entrelazados en polarización, acoplado a fibra óptica -no loophole free-, que imita un esquema de QKD (distribución cuántica de claves) operando en condiciones reales, con estaciones espacialmente separadas, para generar secuencias binarias y evaluar su nivel de aleatoriedad. En particular, se comparan los grados de aleatoriedad entre detecciones individuales (singles) en cada estación, y coincidencias entre estaciones, usando como variable el tiempo entre detecciones sucesivas.

134. Evolución cuántica de estados mixtos

Marchisio Andrés¹, Valdés-hernández Andrea², Otero Manuel¹, Majtey Ana Paula^{4 3}

¹ Departamento de Física, Universidad Nacional de Río Cuarto (UNRC)

² Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)

³ Instituto de Física Enrique Gaviola (IFEG)

⁴ Facultad de Matemática Astronomía, Física y Computación (FAMAF), Córdoba Capital

El estudio de la evolución cuántica es fundamental para comprender los procesos que rigen la dinámica de sistemas cuánticos. Una de las preguntas clave en este campo es: ¿cuánto ocurre durante un intervalo de tiempo dado en la evolución de un sistema cuántico? En el trabajo de Majtey et al. [1] se abordó esta cuestión para estados puros introduciendo la cantidad \mathcal{D}_M , que cuantifica la evolución en términos de la distinguibilidad promedio entre estados en diferentes tiempos. Sin embargo, gran parte de los sistemas cuánticos reales están descritos por estados mixtos debido a los procesos de decoherencia y la interacción con el entorno. Esto plantea la necesidad de extender estas herramientas para describir adecuadamente la evolución de sistemas mixtos.

En este trabajo se propone una generalización para estados mixtos utilizando diferentes medidas de distinguibilidad. A partir de la generalización de la cantidad de evolución \mathcal{D} , se mostró que existe una relación entre la pureza del estado y la evolución que el sistema experimenta, derivando esto en cotas para la cantidad de evolución. Además, se mostró que el valor asintótico de \mathcal{D} , tanto en evoluciones unitarias como no-unitarias, tiene una interpretación física clara.

Se analizaron *qubits* interactuando con un entorno en dos escenarios modelados por canales ruidosos tipo *amplitude damping*: *i*) interacción átomo-campo electromagnético, y *ii*) emisión espontánea. En cada caso se estudió la evolución conjunta sistema-entorno, la evolución del sistema de interés (qubit) y la generación de entrelazamiento durante la dinámica. Este enfoque permitió identificar las diferencias clave respecto de evoluciones unitarias y evidenciar el potencial de \mathcal{D} como herramienta para caracterizar la relación entre decoherencia, generación de entrelazamiento y evolución cuántica en sistemas abiertos.

[1] A. P. Majtey et al., *Entropy* 21 (2019) 770.

135. Control del entrelazamiento mediante la modulación paramétrica del acoplamiento entre dos qubits

Meneses A. Gustavo M.¹, Dominguez Daniel¹, Sánchez María José²

¹ Centro Atómico Bariloche (CAB)

² Centro Atómico Bariloche (CAB), Instituto de Nanociencia y Nanotecnología (INN)

En el presente trabajo analizamos el control del entrelazamiento entre dos qubits superconductores mediante la modulación paramétrica del acoplamiento entre ambos.

En particular, mostramos que un forzamiento armónico en el acoplamiento permite generar y controlar el entrelazamiento en regiones relevantes del espacio de parámetros.

Analizamos el rol de las resonancias correspondientes a transiciones Landau-Zener-Stückelberg-Majorana (LZSM) [1] mostrando que el entrelazamiento puede modularse mediante el control de la amplitud del forzamiento aplicado, fenómeno que analizamos mediante una aproximación de onda rotante. Adicionalmente, caracterizamos los tipos de resonancias presentes en el sistema y el rol del entrelazamiento de los estados de Floquet.

[1] V. Ivakhnenko, S. N. Shevchenko and F. Nori, *Physics Reports* 995 (2023) 1.

136. Caracterización microondas de heteroestructuras bidimensionales Al/SiGe

Palacios Clara¹, Tosi Leandro¹, Ramos Villalobos Kelvin Julinio¹

¹ Grupo de circuitos cuánticos Bariloche, Instituto Balseiro (IB), Centro Atómico Bariloche (CAB)

Las plataformas híbridas que combinan materiales semiconductores y superconductores están siendo ampliamente estudiadas debido a las ventajas que ofrecen en el desarrollo de circuitos cuánticos, aprovechando las propiedades únicas de ambos tipos de materiales. En particular, las heteroestructuras basadas en germanio presentan un gran potencial, debido no solo a su compatibilidad con la tecnología CMOS, sino que también por su alta movilidad de huecos, largos tiempos de coherencia de spin y propiedades ajustables, lo que las convierte en un candidato ideal para la construcción de qubits controlados eléctricamente en dispositivos cuánticos novedosos.

Es fundamental caracterizar estas heteroestructuras en el régimen de microondas, ya que este es el rango de frecuencias en el que operan la mayoría de los circuitos cuánticos. En particular, es necesario conocer las pérdidas en este régimen y la inductancia cinética.

Con este fin, en este trabajo, se diseñaron, simularon, fabricaron y caracterizaron a temperaturas criogénicas resonadores de microondas basados en heteroestructuras de Al/SiGe crecidas por MBE, con el objetivo de estudiar su comportamiento en términos de factor de calidad, no-linealidad y dependencia con la temperatura. Estos resultados constituyen un paso crucial para el desarrollo de circuitos cuánticos más complejos en el futuro.

137. Optimización de la transmisión de estados cuánticos en cadenas de

qubits usando Deep Reinforcement Learning y algoritmos genéticos

Perón Santana Sofía^{1 2}, Fiuri Ariel¹, Osenda Omar², Domínguez Martín¹

¹ Universidad Nacional de Córdoba (UNC), Córdoba Capital

² Instituto de Física Enrique Gaviola (IFEG), Córdoba Capital

Optimizar la transmisión de estados cuánticos a lo largo de arreglos de qubits es una tarea fundamental para la implementación y escalabilidad del hardware cuántico. Un protocolo básico de transmisión de estados cuánticos (Quantum State Transfer o QST) consiste en preparar un estado en una copia de un sistema de dos niveles utilizado como qubit y que dicho estado viaje a través de un canal a otra copia distinta. Idealmente, se busca que este proceso se lleve a cabo sin pérdida de información y en el menor tiempo posible. La fidelidad de las transmisiones puede cuantificarse a través de funciones proporcionales a la probabilidad de transición entre ambos estados. Sin embargo, dado que la complejidad de esta función crece con las dimensiones del sistema y el número de parámetros, su optimización no es tarea sencilla. En particular, este trabajo se enfoca en la optimización de la transmisión de estados cuánticos a lo largo de cadenas de espines homogéneas descritas por Hamiltonianos XX mediante la aplicación de pulsos magnéticos de duración constante. Para ello, se utilizaron dos estrategias: Deep Reinforcement Learning (DRL) donde un agente aprende a aplicar pulsos óptimos mediante funciones recompensa que premian transmisiones fieles y rápidas, y algoritmos genéticos donde se proponen distintas secuencias de acciones y, a través de un proceso inspirado en la selección natural, se encuentran aquellas que permitan un protocolo exitoso. En ambos casos, se estudia la eficiencia de los métodos y la posibilidad de imponer propiedades físicas a las soluciones.

138. Operadores conservados y condición exacta para un condensado de pares

Petrovich Federico¹, Rossignoli Raul^{1 2}

¹ Instituto de Física de La Plata (IFLP), Universidad Nacional de La Plata (UNLP)

² Comisión de Investigaciones Científicas (CIC), Ciudad de La Plata

Determinamos las condiciones necesarias y suficientes que garantizan que un estado fermiónico o bosónico de $N = 2m$ partículas $|\Psi\rangle$ tenga la forma $|\Psi\rangle \propto (A^\dagger)^m |0\rangle$, donde $A^\dagger = \frac{1}{2} \sum_{i,j} A_{ij} c_i^\dagger c_j^\dagger$ es un operador general de creación de pares. Estas condiciones pueden expresarse como una ecuación de autovalores para una matriz de densidad de dos cuerpos modificada, y permiten una reconstrucción exacta del operador A^\dagger , proporcionando además una medida de la proximidad de un estado dado a un condensado de pares exacto. A través de un formalismo basado en covarianzas cuánticas [1], también se demuestra que tales estados están completamente caracterizados por un conjunto de L operadores de un cuerpo “conservados”, los cuales tienen a $|\Psi\rangle$ como autoestado exacto, con L determinado únicamente por la dimensión del espacio de una partícula involucrado. De este modo, se determina el conjunto completo de hamiltonianos de dos cuerpos que tienen a $|\Psi\rangle$ como autoestado exacto, y también se identifica un subconjunto general que tiene a $|\Psi\rangle$ como estado fundamental no degenerado. Se discute además la extensión a estados $\propto f(A^\dagger)|0\rangle$, donde f es una función arbitraria.

[1] F. Petrovich, R. Rossignoli and N. Canosa, Phys. Rev. A 110 (2024) 052213.

139. Herramienta para la generación de bases complementarias en n qubits: implementación en Qiskit

Pujol Juan Manuel^{1 2}, Portesi Mariela¹, Holik Federico¹

¹ Instituto de Física de La Plata (IFLP)

² *Universidad Nacional de La Plata (UNLP)*

Las bases mutuamente no sesgadas (MUBs, por sus siglas en inglés) son conjuntos de bases que representan la noción de complementariedad. Estas estructuras son ampliamente estudiadas por su relevancia en diversas áreas, abarcando desde la matemática pura hasta aplicaciones en información cuántica, como distribución cuántica de claves (QKD) y tomografía de estados cuánticos. Un conjunto completo de MUBs en dimensión d consiste en $d + 1$ bases, y se sabe que existe únicamente cuando d es un número primo o potencia de un primo.

En este trabajo implementamos un algoritmo en Qiskit para calcular el conjunto completo de bases mutuamente no sesgadas en sistemas de n qubits (dimensión 2^n), siguiendo el circuito presentado en [1]. Esta contribución proporciona una herramienta práctica para aplicaciones en computación cuántica, permitiendo la generación programática de estas bases con énfasis en escalabilidad y verificación de propiedades teóricas.

[1] W. Yu and W. Dongsheng, arXiv:2311.11698 (2023).

140. Formulación de la integral de camino mediante operadores de acción cuántica

Díaz N L^{1 2}, Matera J M^{1 3 2}, Rossignoli R^{1 4 3}

¹ *Instituto de Física de La Plata (IFLP)*

² *Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)*

³ *Depto. de Física, FCEX, Universidad Nacional de La Plata (UNLP)*

⁴ *Comisión de Investigaciones Científicas (CIC), Ciudad de La Plata*

La extensión del formalismo canónico de la mecánica cuántica a una forma simétrica en espacio-tiempo ha recibido últimamente amplio interés. En este contexto, se ha mostrado recientemente que la extensión simétrica a muchos cuerpos del formalismo de Page y Wootters conduce al operador acción cuántica [1], una versión cuántica de la acción clásica. Se discute aquí la conexión de este operador con la integral de camino [2]. Se demuestra que la suma sobre historias puede ser formulada como una traza cuántica en un espacio de Hilbert extendido, donde la acción clásica es reemplazada por el operador acción. De esta forma, las diferentes representaciones de la integral de camino emergen de distintas elecciones de base en la evaluación de la traza. El formalismo posibilita la aplicación de algoritmos cuánticos a la evaluación de integrales de camino y funciones de correlación, así como un tratamiento cuántico explícitamente covariante de simetrías en espacio-tiempo.

[1] N. L. Díaz, J. M. Matera and R. Rossignoli, Phys. Rev. D 109 (2024) 105008.

[2] N. L. Díaz, J. M. Matera and R. Rossignoli, Ann. of Phys. 479 (2025) 170052.

141. Transiciones en la dinámica de espines inducida por Hamiltonianos de coherencias dobles: experimentos de RMN

Schnell Tomas¹, Ledesma Coppia Ignacio¹, Sanchez Claudia Marina^{1 2 3}, Chattah Ana Karina^{1 2 3}

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

² *Instituto de Física Enrique Gaviola (IFEG), Córdoba Capital*

³ *Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)*

En este trabajo observamos experimentalmente la evolución de la magnetización en un sistema de espines interactuantes, utilizando la técnica de Resonancia Magnética Nuclear de estado sólido. El sistema de espines está representado por los protones en adamantano policristalino, y su evolución está determinada por el Hamiltoniano de coherencias dobles (Double Quantum)

escaleado [1]. Este Hamiltoniano es implementado utilizando una secuencia de pulsos determinada, utilizando ingeniería de Hamiltoniano, donde los factores de escalas nos permiten reducir la interacción neta entre espines. En este esquema, observamos la dinámica de espines y comparamos los regímenes de decaimiento oscilatorio versus monótono para tiempos largos, donde la coherencia cuántica se correlaciona con la forma oscilatoria para la evolución. Los experimentos involucran la observación de la dinámica Hamiltoniana (forward) de la magnetización en los diferentes ejes de cuantización (x,y,z). También observamos Ecos de Loschmidt mediante la implementación de secuencias de reversión temporal (dinámica forward y backward), correlacionando con los posibles regímenes dinámicos.

[1] C. M. Sánchez, H. M. Pastawski and A. K. Chattah, *Journal of Magnetic Resonance Open* 16-17 (2023) 100104.

142. Ecuación maestra markoviana cuántica en el límite de alta temperatura

Taboada Juan Agustín¹

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

Presentamos una derivación de la ecuación maestra cuántica markoviana de alta temperatura (HTME por sus siglas en inglés), examinando sus supuestos fundamentales, sus implicaciones y su rango de validez. Partiendo de la ecuación maestra de Born-Markov y combinando el formalismo de autooperadores del hamiltoniano de espín con una expansión lineal de los coeficientes estadísticos, obtenemos un disipador cuántico que generaliza la ecuación maestra no homogénea de Abragam-Redfield-Hubbard (ARH-IME). Este marco incorpora naturalmente un término adicional para estados iniciales no térmicos (orden fuerte), mientras que se reduce a ARH-IME para estados de espín que evolucionan cerca del equilibrio térmico (orden débil). Una derivación alternativa de la HTME (basada en un enfoque tradicional de relajación en resonancia magnética nuclear) confirma estos resultados y revela una condición de simetrización para las densidades espectrales en el régimen térmico lineal. Analizamos rigurosamente la consistencia interna de ambos enfoques y los comparamos con la literatura previa. Para ilustrar estos hallazgos, estudiamos: 1) Un sistema canónico de espín $\frac{1}{2}$ que interactúa con un baño bosónico, lo que demuestra la simetrización de las densidades espectrales a altas temperaturas; 2) La conversión singlete-triplete en un sistema de dos espines correlacionados, donde la ARH-IME falla, lo que expone las limitaciones de la hipótesis de orden débil en regímenes fuertemente correlacionados. Nuestros resultados desafían los límites tradicionales de la teoría de relajación de espín-red de RMN y proporcionan un marco refinado para modelar sistemas cuánticos abiertos más allá del orden débil.

143. Análisis alternativo de los ciclos cuánticos de Carnot, Otto y Stirling

Lissardy Catty¹, Silva Gallo Santiago¹, Mendizábal Mauricio¹, Vallejo Andrés¹

¹ *Universidad de la República de Uruguay (UDELAR)*

En este trabajo estudiamos versiones cuánticas de los ciclos de Carnot, Otto y Stirling, empleando como sustancia de trabajo un único qubit. El análisis fue realizado desde una perspectiva propuesta recientemente, denominada *entropy-based quantum thermodynamics* [1-3], que se distingue de los enfoques usuales por la presencia de un término adicional en la primera ley de la termodinámica, denominado *trabajo de coherencia*. Este término, inducido por la presencia del ambiente, representa la contribución de los cambios de coherencia cuántica al balance energético [4], y puede interpretarse como el trabajo involucrado en la desviación del estado

del sistema con respecto a su evolución natural, gobernada por el Hamiltoniano local cuando el sistema se encuentra aislado [5].

Una vez caracterizados los distintos tipos de procesos desde esta perspectiva, el análisis se centró en el estudio de la eficiencia de la conversión de calor en trabajo de coherencia, obteniéndose los siguientes resultados [6]: 1) el ciclo de Carnot posee la misma eficiencia que su contraparte clásica; 2) el rendimiento del ciclo de Otto se encuentra acotado por el de Carnot correspondiente a las temperaturas límite del ciclo, identificándose la generación de entropía en las etapas isocóricas como la fuente de irreversibilidad asociada a dicha reducción; 3) la eficiencia del motor de Stirling sin regeneración también se encuentra acotada por la eficiencia de Carnot; 4) la inclusión de un regenerador en el ciclo de Stirling permitiría, al menos, teóricamente, que éste exhiba eficiencias mayores que el anteriormente mencionado límite teórico. La validez de esta afirmación está sujeta a estudios posteriores que evalúen en detalle los posibles costos asociados a la manipulación del sistema.

[1] S Alipour, A Chenu, AT Rezakhani and A del Campo, *Phys. Rev. A* 105 (2022) L040201.

[2] B Ahmadi, S Salimi and AS Khorashad, *Sci. Rep.* 13 (2023) 160.

[3] A Vallejo, A Romanelli and R Donangelo, *Phys. Rev. A* 103 (2021) 042105.

[4] B de Lima Bernardo, *Phys. Rev. E* 102 (2020) 062152.

[5] A Vallejo, A Romanelli, V Feldman and R Donangelo, *Phys. Rev. A* 111 (2025) 032201.

[6] A Vallejo, C Lissardy, S Silva-Gallo, A Romanelli and R Donangelo, arXiv:2505.01567 [quant-ph].

144. Confinamiento cuántico y efectos de borde en [n]-triangulenos: propiedades ópticas y electrónicas

Vicentin Emiliano Gabriel^{1 2}, Belletti Gustavo Daniel^{1 2}, Quaino Paola^{1 2}

¹ *Facultad de Ingeniería Química (FIQ), Santa Fe Capital*

² *Instituto de Química Aplicada del Litoral (IQAL) (CONICET-UNL)*

Dentro de la versatilidad de estructuras que pueden obtenerse de la familia del grafeno, los puntos cuánticos de grafeno (PCG) han atraído un interés creciente en los últimos años debido a sus características únicas. Existen múltiples formas de obtener PCG a partir del grafeno, dependiendo de la estructura y terminación de los bordes; entre ellas, se destacan aquellas que generan estructuras triangulares (denominadas triangulenos), en las que todos sus bordes presentan quiralidad del tipo zigzag. La estabilidad y las propiedades de los triangulenos están determinadas por su tamaño, que suele ser menor a 30 nm [1]. Esta variación de tamaño modifica su sistema electrónico π , responsable de estabilizar la estructura planar y de definir la configuración de espín. A su vez, en los PCG, el confinamiento cuántico, junto con los efectos de borde, son responsables de sus propiedades distintivas, como la apertura y ajustabilidad de la banda prohibida (bandgap) y su comportamiento espectroscópico [2–3]. La reciente síntesis de estas estructuras [4–5] ha despertado un gran interés en el estudio de sus propiedades.

En este contexto, se realizaron cálculos de primeros principios basados en la Teoría del Funcional de la Densidad (DFT) para analizar el comportamiento de sistemas de distinto tamaño de [n]-triangulenos, con $n = 2-7$, indicando la cantidad de anillos aromáticos por lado. En particular, se estudió su efecto sobre la distribución de cargas electrónicas y de espín, la densidad electrónica, el bandgap y sus propiedades espectroscópicas. Los resultados muestran que los sistemas estudiados exhiben una pérdida de carácter molecular a medida que aumenta su tamaño, junto con una variación en el bandgap, la distribución de carga y la magnetización local. También se observaron corrimientos y ensanchamientos en los picos de los espectros de absorción. Estos resultados confirman la presencia de efectos de confinamiento cuántico y de borde en los [n]-triangulenos

analizados.

- [1] A. Ghaffarkhah, E. Hosseini, M. Kamkar, A. A. Sehat, S. Dordanihaghighi, A. Allahbakhsh, C. van der Kuur and M. Arjmand, *Small* 18 (2021) 2102683.
- [2] H. S. Al Ghamdi and A. A. Al-Ghamdi, *Alexandria Engineering Journal* 79 (2023) 155.
- [3] Y. Li, H. Shu, S. Wang and J. Wang, *The Journal of Physical Chemistry C* 119 (2015) 4983.
- [4] N. Pavlíček, A. Mistry, Z. Majzik, N. Moll, G. Meyer, D. J. Fox and L. Gross, *Nanotechnology* 12 (2017) 308.
- [5] S. Mishra, K. Xu, K. Eimre, H. Komber, J. Ma, C. A. Pignedoli, R. Fasel, X. Feng and P. Ruffieux, *Nanoscale* 13 (2021) 1624.

INDUSTRIA Y TECNOLOGÍA

Martes 16 y Miércoles 17 17:00 - 18:30 hs.

Sala Pettoruti, TACPA

Pósters impares se exhiben Martes 16 y pósters pares Miércoles 17

145. Diseño, simulación y fabricación de un portamuestras de radio frecuencia para multiplexores SQUID de microondas

Barone Doallo Franco Andrés^{1 2}, Blanco Santacruz Josefina Ailín^{1 2}

¹ Instituto de Tecnologías en Detección y Astropartículas (ITeDA), San Martín

² Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN), Universidad de Buenos Aires (UBA)

Se diseñó, simuló y fabricó un portamuestras de radiofrecuencia orientado a su integración con multiplexores SQUID de microondas, en el marco del proyecto QUBIC. El dispositivo fue desarrollado para garantizar un buen acoplamiento térmico con un crióstato y una transmisión eficiente de señales de RF, optimizando un diseño previo con el objetivo de mejorar su versatilidad y reducir costos de fabricación. El multiplexor SQUID opera en el rango de 4 a 8 GHz, y las simulaciones del portamuestras se realizaron en un rango más amplio, de 3 a 9 GHz, para asegurar un comportamiento estable y predecible en toda la banda de interés. Se utilizaron líneas de transmisión del tipo Finite Ground Coplanar Waveguide, diseñadas sobre sustratos dieléctricos de baja pérdida, con el objetivo de mantener una impedancia característica cercana a los 50 Ω y así minimizar reflexiones y pérdidas. Se analizó en detalle cómo la geometría del portamuestras afecta a la aparición de resonancias internas, ya que su estructura cerrada forma una cavidad donde se pueden establecer modos resonantes no deseados. El resultado, una vez fabricado, fue un portamuestras funcional, versátil y reproducible, apto para ensayos en condiciones criogénicas y futuras aplicaciones en el contexto del proyecto QUBIC.

146. Fabricación y caracterización de celdas solares de GaAs para pequeños satélites

Bosch Gabriel^{1 2}, Di Donato Andrés^{1 2}, Mamani Pampa Romael^{1 3}, Mary Juan², Petriella Enrico², Toro Cinthya⁴, Barrera Marcela^{1 3}

¹ Instituto de Nanociencia y Nanotecnología (INN)

² Departamento de Micro y Nano Tecnología, Comisión Nacional de Energía Atómica

³ Departamento Energía Solar, Comisión Nacional de Energía Atómica

⁴ Departamento de Investigaciones en Láseres y sus aplicaciones, Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas para la Defensa

La provisión de energía eléctrica en los satélites está dada casi en la totalidad de los casos por sistemas fotovoltaicos y en este sentido las celdas solares cumplen un rol fundamental. Estos dispositivos tienen requerimientos más estrictos que los de usos terrestres tales como menor peso, mayor eficiencia, mayor confiabilidad y alta resistencia a la radiación. Las celdas basadas en semiconductores III-V cumplen ampliamente los requisitos, como ejemplo se pueden mencionar la utilización del GaAs y el InGaP para formar parte del diseño. Con la finalidad de estudiar celdas solares espaciales es muy importante enfocarse en las homojunturas para hacer un estudio detallado de las películas y materiales componentes del dispositivo. Para este trabajo se estudiaron prototipos de celdas solares de GaAs, cuyo propósito final es ser estudiados en condiciones de funcionamiento en pequeños satélites. Se pusieron a punto distintas etapas del flujo de proceso de fabricación, en especial las que se refieren a los ataques químicos selectivos,

la litografía y el depósito de los contactos eléctricos.

En cuanto a la caracterización estructural, se presentan los resultados de la inspección visual de las celdas a través de una plataforma de monitoreo visual desarrollada para este proyecto. Los dispositivos fueron caracterizados eléctricamente a través de la medición de la curva corriente-tensión (I-V).

147. Explorando límites de detección de adulteración en aceite de oliva virgen extra

Bergallo Altamira Martina¹, Cámpoli Lucas¹, Milana Franco^{1 2 3}, Garro Linck Yamila^{1 2 3}, Acosta Rodolfo H.^{1 2 3}

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

² *Instituto de Física Enrique Gaviola (IFEG), Córdoba Capital*

³ *Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)*

El aceite de oliva virgen extra (AOVE) es un producto natural obtenido del prensado en frío de aceitunas. Es considerado uno de los aceites comestibles más importantes y valiosos desde el punto de vista nutricional por ser fuente de ácidos grasos monoinsaturados y antioxidantes naturales. Debido a la baja disponibilidad de AOVEs en relación con la demanda del mercado, es uno de los productos más adulterado, ya que se mezcla con aceites más baratos (como el de soja o girasol) para reducir costos. Esta adulteración reduce su calidad, valor nutricional y beneficios para la salud. Monitorear la calidad del aceite de oliva y su autenticidad es hoy el principal desafío para la industria del aceite de oliva y los laboratorios de control de alimentos [1-3].

En este trabajo se evaluaron distintos métodos para detectar la adulteración de AOVEs con aceite de girasol (AG), utilizando técnicas de Resonancia Magnética Nuclear aplicadas al análisis de mezclas AOVE-AG. Se exploran cambios en diferentes indicadores como tiempos de relajación, intensidad de señales de diferentes grupos funcionales y coeficientes de autodifusión. También se exploran los límites de detección en la adulteración.

[1] Compr Rev Food Sci Food Saf. 21 (2022) 4056.

[2] J. Agric. Food Chem. 69 (2021) 12081.

[3] Analytica Chimica Acta 765 (2013) 1.

148. Desarrollo de una metodología de deshidratación de yema de huevo por vacío a escala laboratorio

Campos Viviana Del Valle^{2 1}, Campero Vanesa^{2 1}, Gómez Marigliano Ana Clelia^{2 1}, Juárez Mauro², Sagues Candela², Paz Belén², Lauxmann Marisol², Ávila Gerónimo², Espíndola Omar²

¹ *Instituto de Física del Noroeste Argentino (IFINOA), San Miguel De Tucuman (capital), FACET - UNT*

² *Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología (FACET), San Miguel De Tucuman (capital)*

La yema de huevo es una materia prima rica en lípidos, proteínas y compuestos funcionales, ampliamente utilizada en la industria alimentaria por su capacidad emulsionante, colorante y su valor nutricional. Su deshidratación permite mejorar la vida útil y facilitar su manipulación en procesos industriales (X. Bai et al. (2020)). El objetivo de este trabajo fue desarrollar y optimizar una metodología sencilla de deshidratación por vacío a escala laboratorio. Se empleó un sistema básico compuesto por bomba mecánica de vacío, operado en condiciones controladas. Las yemas fueron homogeneizadas, pre-tratadas térmicamente y secadas. Se evaluaron temperaturas de 30-60 ° C y presiones de 50-100 mbar, monitoreando la pérdida de masa y el contenido de humedad. Se logró una humedad final menor al 5 por ciento en menos de 4 horas, sin pérdida visible de color

ni signos de oxidación. El producto final conservó propiedades tecnofuncionales. Esta experiencia demuestra la viabilidad de aplicar tecnologías accesibles y sienta bases para avanzar hacia estudios a escala planta piloto.

149. Bioelectroestimulación en hidroponía: influencia de campos eléctricos en el crecimiento de *Raphanus sativus* en su forma microgreen

Cattaneo Fedra¹, Giménez Marcelo Nicolás¹

¹ *Universidad Nacional de San Luis (UNSL)*

La hidroponía es actualmente uno de los métodos de cultivo más recomendables debido a los múltiples beneficios que ofrece. Entre ellos se destacan el uso eficiente del agua, el crecimiento acelerado de las plantas, la sostenibilidad ambiental y la reducción del uso de químicos y maquinaria pesada.

Por otro lado, el uso de campos eléctricos como forma de bioelectroestimulación vegetal representa una potencial aplicación en agricultura sostenible y controlada.

En esta investigación se estudia el efecto de campos eléctricos uniformes, generados por una fuente de corriente continua, sobre el desarrollo de un cultivo de rápido crecimiento: *Raphanus sativus*, en su forma de microgreen cultivado mediante hidroponía.

Para ello, se aplican diferentes voltajes a electrodos dispuestos en forma paralela, permitiendo el crecimiento de los brotes hasta su maduración. Se realizan mediciones mediante software para evaluar la longitud del tallo y la raíz, diámetro foliar, la colorimetría y la morfología.

A través del análisis de datos, se compara el crecimiento bajo la influencia de campos eléctricos con el crecimiento natural, con el objetivo de determinar la diferencia de potencial más adecuada para aplicar esta técnica de bioelectroestimulación en agricultura hidropónica.

150. Microestructuras obtenidas en la soldadura por difusión de aceros inoxidables disímiles

Di Luozzo Nicolás¹, Sergi Federico², Fontana Marecelo¹

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 el tiempo de proceso t_p , es decir, isotérmicamente.

En este trabajo de soldaduras TLPB, se realizaron soldaduras entre aceros inoxidables disímiles - austenítico 304L y duplex 2205, como metales bases.

En relación con los materiales de aporte, se utilizaron distintos tipos y aleaciones. En una primera

etapa, cintas metálicas amorfas Metglas SA1 (Fe-5Si-3B, wt. %) - con un espesor de 25 micrones, y Vacuumschmelze V800 (Fe- 5.6Nb- 1.3Cu- 8.7Si- 1.4B, wt. %) - con un espesor de 18 micrones. Luego, se utilizó Cu puro de dos maneras: láminas metálicas de 25 micrones de espesor, y en forma de depósitos por sputtering sobre las superficies a soldar - espesor de 600 y 1000 nm.

Se estudió la microestructura de la junta soldada en relación con el material base utilizado. En lo referente a las variables de procesos, sus rangos fueron: T_p de 1250 y 1300°C, P de 3.5 y 5 MPa, y t_p de 11 y 16 min. Para cualquiera de las combinaciones de T_p , P y t_p - dentro de los rangos anteriormente indicados, se completó la solidificación isotérmica - al menos en gran parte de la junta. Sin embargo, para algunos materiales de aporte se observó la presencia de defectos.

Utilizando cintas Metglas SA1, se observa la presencia de poros en la interfaz entre ambos metales base. Esto tiene un efecto negativo sobre la junta, ya que los poros se encuentran comprendidos prácticamente en la misma sección transversal, con potenciales efectos negativos en las propiedades mecánicas. A su vez, en las soldaduras con cintas V800 se observa la presencia de precipitados ricos en Nb, ubicados de la misma manera que la anteriormente descripta.

Por otro lado, utilizando láminas de Cu puro, se observa que la solidificación isotérmica se completó en gran parte de la junta, pero no en su totalidad. La fase líquida remanente luego de t_p solidificó durante el enfriamiento en forma de una solución sólida rica en Cu, en detrimento de las propiedades mecánicas de la junta. Por el contrario, mediante depósitos por sputtering de 600 y 1000 nm, se pudo completar el proceso de solidificación isotérmico.

151. Desarrollo y validación de un método de medición de absorción sonora de materiales industriales en cámara reverberante

Criscuolo Facundo¹, Serrano Federico¹, Álvarez Liliana¹, García Skabar Javier¹

¹ Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI)

El presente trabajo establece una metodología que permite al Laboratorio de Acústica y Vibraciones del Instituto Nacional de Tecnología Industrial realizar ensayos de absorción sonora en cámara reverberante, contribuyendo así al ámbito metrológico nacional en la caracterización de materiales acústicos. Se desarrolló un método para la medición del coeficiente de absorción sonora α_s siguiendo la norma IRAM 4065:2019. Se verificaron las características geométricas de la cámara, determinándose un volumen de $(202,1 \pm 2,8) \text{ m}^3$, en conformidad con los 200 m^3 recomendados normativamente. Se rediseñó la configuración de difusores sonoros ampliando la superficie difusora total a $(33,14 \pm 0,06) \text{ m}^2$, lo cual disminuyó las dispersiones en los tiempos de reverberación medidos, mejorando así la difusividad del campo sonoro. Se evaluaron las fuentes de incertidumbre en la medición de α_s . En particular, se propuso un método para estimar la incertidumbre asociada al volumen de la cámara mediante un modelo que integra las variaciones en las medidas de volumen, basado en la triangulación de Delaunay. Por otro lado, se desarrolló un método de calibración para el tiempo de reverberación medido con el analizador de doble canal *Building Acoustics Analyzer* modelo 4417, a partir de la generación de rampas sintéticas de presión sonora en función del tiempo que se inyectan electrónicamente al analizador para determinar su incertidumbre. Se analizó el impacto de las condiciones ambientales sobre la medición de α_s mediante dos modelos (uno que considera estas condiciones y otro simplificado), mostrando que la principal fuente de incertidumbre proviene de los tiempos de reverberación, permitiendo utilizar el modelo simplificado en rangos de variación controlados. Finalmente, se estudió la repetibilidad y reproducibilidad del método. Para esto último y con el fin de garantizar que los resultados obtenidos sean confiables, se realizó un proceso de validación mediante una comparación bilateral con un laboratorio externo perteneciente a la Comisión de Investigaciones

Científicas de la Provincia de Buenos Aires, observándose una concordancia adecuada entre los resultados.

152. Medición de espesores de recubrimientos por rayos X

Gonzalez Christian H. M.¹, Loggia Tobias L.¹, Pérez R. D.^{1 2}

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

² *Instituto de Física Enrique Gaviola (IFEG), Córdoba Capital*

En este trabajo, la Fluorescencia de Rayos X (XRF) fue empleada para determinar espesores de recubrimientos metálicos estudiando la transmisión de las líneas características del sustrato. Este procedimiento es una práctica común en técnicas por XRF para estudiar el espesor y composición de muestras delgadas que se ha aplicado exitosamente sobre capas de pinturas o generadas por electrodeposición [1,2]. La precisión de esta determinación se logró mejorar con la asistencia del código de simulación Monte Carlo XMI-MSIM para modelar el transporte de rayos X[3]. Para establecer los parámetros de entrada de este software, se realizaron cuidadosamente mediciones de los parámetros experimentales necesarios para una correcta modelización del espectrómetro XRF. Luego, se empleó una muestra de acero para validar la configuración del código de simulación y los parámetros de entrada. Esto se llevó a cabo mediante la comparación de los espectros de XRF medidos y simulados de dicho patrón. Una vez validado el código de configuración y los parámetros de entrada, se utilizó la simulación Monte Carlo en un proceso iterativo de determinación de espesores. El método desarrollado se empleó para evaluar los espesores de latas de conserva con recubrimiento de estaño. Los resultados obtenidos se encontraron dentro de la normativa vigente del Código Alimentario Argentino.

[1] R. Cesareo, Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. B. 221 (2003) 133.

[2] A. G Revenko, A. L. Tsvetyansky, A. N. Eritenko, Rad. Phys. Chem 197 (2022) 110157.

[3] T. Schoonjans, V. A. Solé, L. Vincze, M. Sanchez del Rio, K. Appel, C. Ferrero, Spectrochim. Acta Part B 82 (2013) 36. XMI-MSIM: Monte Carlo simulation of energy-dispersive X-ray fluorescence spectrometers. <https://github.com/tschoonj/xmimsim>

153. Determinación de arquitecturas límite para sistemas autónomos de energía con hidrógeno según proyecciones a largo plazo de irradiancia y demanda

Konverski Pablo Nicolás¹, Ortega Raúl Guillermo¹, Fasoli Héctor José²

¹ *Universidad Nacional de Catamarca (UNCa)*

² *Universidad Nacional de Catamarca (UNCa), Pontificia Universidad Católica Argentina (UCA)*

Incorporar el recurso solar como fuente primaria en sistemas de energía eléctrica presenta inconvenientes: la generación es fluctuante y no lineal. Sin embargo, esto puede corregirse con el uso de un modelo pendular, con funciones armónicas y como herramienta predictiva, fundamentado con mediciones de irradiación superficial, su promedio y ajustes de fase y período anual. Así, la disponibilidad del recurso primario puede aproximarse en muchas regiones con una expresión matemática simple, permitiendo la predicción de la generación fotovoltaica a mediano y largo plazo y la planificación de sistemas energéticos. El modelo pendular de oscilación armónica perturbada se correlaciona con los datos de irradiancia mensual promedio (en un 84,1 % en zonas polares y en un 98,4 % en latitudes tropicales); sin embargo, en la zona ecuatorial su precisión se ve afectada por la variabilidad atmosférica. Adicionalmente, las series de irradiancia diaria presentan límites máximos y mínimos, con promedios mensuales que se proponen como cotas

para el espacio de fases dentro del cual tiene lugar la dinámica del sistema. Posteriormente, al establecer los requerimientos de generación en el NOA por análisis de estadísticas oficiales del SADI, se facilita el diseño y modelado de sistemas energéticos basados en tecnologías de hidrógeno, optimizando así las plantas de potencia híbridas autónomas. La determinación de los parámetros claves para una estructura energética sustentable, que integre fuentes renovables, sumada al avance en tecnologías de captación energética, contribuirá a garantizar un recurso esencial y estratégico: la energía eléctrica necesaria para el funcionamiento de la sociedad.

El estado actual de nuestra investigación abarca el análisis y modelización de la demanda energética a nivel nacional y regional, enfocada en el universo de usuarios residenciales T1. Esto permite evaluar patrones de consumo y variaciones en la demanda, proporcionando información sustancial para la planificación de sistemas aislados con generación autónoma. Además, se modeliza el recurso solar local en escala sinóptica, considerando sus valores promedio, mínimo y máximo, para estimar el potencial energético real. La integración de estos datos en el software de simulación HOMER permite evaluar escenarios y configuraciones de generación, asegurando arquitecturas óptimas para el aprovechamiento de los recursos con el menor requerimiento económico. A partir de los resultados obtenidos, se posibilita el diseño y propuesta de infraestructuras energéticas sostenibles y eficientes, orientadas a satisfacer demanda de energía eléctrica de manera autónoma, minimizando costos de implementación y operación.

Los resultados indican que con un recurso solar promedio de 5,16 kWh/m²/día y una demanda inicial de 14,2 kWh/día con índice de incremento anual de 0,65 % se requiere una potencia nominal de 33,4 kW en generación fotovoltaica, 10 kg de capacidad de tanque de almacenamiento de hidrógeno, 16,8 kW nominales para electrólisis, un generador de 2 kW y un convertidor de 1,25 kW para satisfacer la demanda de energía por el periodo de 20 años de vida útil de un sistema autónomo que aproveche el vector hidrógeno.

Determinar la arquitectura de un sistema de energía requiere que en la etapa de diseño sean consideradas aquellas instancias donde la demanda energética sea máxima dentro del periodo de su vida útil, por lo que el costo nivelado de energía inicia en 3,68 USD/kWh y culmina en 3,28 USD/kWh justificado en la no utilización de todo el potencial eléctrico del sistema debido a la demanda inicial tomada como base. Estos valores son elevados al compararlos con el aproximado de 0,103 USD/kWh al tipo de cambio de marzo 2025 en Argentina, debido principalmente a la poca oferta en el mercado local para las tecnologías necesarias.

154. Dispositivo de bajo costo para la manipulación y detección óptica de partículas submilimétricas

Llanos Santiago¹, Viola Mora¹, Harguinteguy Ramiro¹

¹ *Laboratorio de Electrónica Cuántica, Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN), UBA*

La manipulación de partículas de escala submilimétrica presenta numerosos desafíos técnicos que motivan el desarrollo de nuevas soluciones.

En los últimos años ha habido un creciente interés en el uso de ultrasonido para la manipulación de materia sin contacto directo, con posibles aplicaciones en múltiples áreas [1]. Un ejemplo es el desarrollo de citómetros de flujo de canales paralelos mediante un enfoque de ultrasonido por la generación de una onda estacionaria (OE) multimodal [2]. Además de su aplicación en medios líquidos, el ultrasonido permite manipular sólidos en seco, dependiendo de su tamaño y densidad. En esta ocasión, presentamos la aplicación de esta técnica para el desarrollo de un equipo de alta velocidad capaz de analizar propiedades ópticas de objetos pequeños, con un diámetro mayor inferior a 1mm. Se trata de una versión sin contacto de una “cinta transportadora”, capaz de

desplazar objetos submilimétricos livianos de forma ordenada y continua para su análisis.

El dispositivo funciona mediante la generación de una onda estacionaria contenida en un tubo, producida por dos ondas ultrasónicas de 40kHz viajando en sentidos opuestos. Mediante el control electrónico producimos una variación en la fase relativa, lo que induce un desplazamiento de la onda estacionaria. Los potenciales acústicos que se forman poseen la energía suficiente para mantener confinada cada partícula en un nodo y desplazarlas junto con la onda. Una cámara de alta velocidad con capacidad de procesamiento on-chip sincroniza el proceso de detección con el movimiento de la onda.

Como demostración del potencial de aplicación del equipo, presentaremos su uso en la resolución de un problema actual: la separación de semillas de *Arabidopsis thaliana* según su dosis de transgén [3]. Estas semillas, con dimensiones del orden de 0,6 mm, suelen separarse manualmente debido a su tamaño, identificando de manera cualitativa la expresión de GFP bajo el microscopio. En nuestro sistema, el reconocimiento de semillas transgénicas se realiza de forma automática mediante la cámara y un conjunto de filtros ópticos, lo que acelera el proceso de detección y elimina el factor subjetivo de la intervención humana.

En nuestra exposición mostraremos los avances que hemos conseguido en los últimos meses en cuanto al transporte y la detección de partículas. Mostraremos partes del proceso de optimización del equipo, en el que buscamos el máximo rendimiento en la velocidad de detección. También mencionaremos aquellos problemas físicos inherentes a esta técnica, y los métodos que hemos usado para evitarlos.

[1] A Watanabe, K. Hasegawa and Y. Abe, Sci. Rep. 8 (2018) 10221.

[2] M. E. Piyasena et al, Anal. Chem. 84 (2012) 1831.

[3] T. L. Shimada, T. Shimada, I. Hara-Nishimura, Plant J. 61 (2010) 519.

155. TextNeck: propuesta de un sistema para la valoración de las curvatura cervical

Florentin Raúl F.^{1 2}, Miralles Mónica T.^{2 3}, Medina Juan M.^{2 4}, Oleari Cristina⁵, Lew Sergio⁶

¹ Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires (FIUBA)

² Pontificia Universidad Católica Argentina (UCA)

³ Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la Universidad de Buenos Aires (FADU)

⁴ Departamento de Matemática (UBA-FI-DM), Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires

⁵ Facultad de Medicina (UBA-FM), Universidad de Buenos Aires

⁶ Instituto en Ingeniería Biomédica, Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires

Se presenta el desarrollo de un sistema versátil para la evaluación de la curvatura cervical, motivado por el aumento de prevalencia de síntomas en esta región, como el síndrome Text Neck, que afecta a personas de todas las edades, pero especialmente a niños y adolescentes. El sensor desarrollado consiste en un núcleo de ferrite pegado a un hilo flexible de nylon que descansa sobre una estrecha cinta rectangular fabricada con un material flexible (PLA). La cinta está diseñada para que el hilo pueda ser enhebrado en su eje, en forma uniaxial, a través de una serie de ojales rígidos, alineados y equiespaciados. Además, la longitud de la cinta puede ser personalizada según la longitud de la curvatura que se desea evaluar. El principio de funcionamiento electrónico del prototipo se basa en la evaluación de la respuesta en corriente ($i(t)$) de un circuito serie RL a pulsos cuadrados de tensión con un periodo T (VT). En este circuito, el núcleo de ferrite que forma la inductancia (L) es móvil y está directamente asociado a la forma de la curvatura del segmento cervical bajo estudio. Así, dada una curvatura instantánea (C_t), se obtiene un valor de inductancia (L_t) y, con ello, una nueva constante de tiempo en la corriente ($\tau = L_t/R$), la cual

es proporcional a la tensión sobre la resistencia R (VR). Durante cada escalón de tensión se mide el tiempo (t_m menor a TON) que tarda la corriente en llegar a un umbral prefijado (i_v). Este tiempo se asocia con la curvatura (Ct^*), permitiendo así detectar la evolución temporal de la curvatura a lo largo de los diferentes pulsos de tensión. Los pulsos son generados por un circuito basado en un microcontrolador ESP32, donde un software establece el periodo (T) y el ancho de pulso (TON) prefijado. El sistema además adquiere la tensión en la resistencia R (VR) y mide el tiempo (t_m). Finalmente, un software especialmente desarrollado transmite esta información (t_m) y el período de muestreo (T) al receptor Bluetooth de cualquier celular inteligente. El almacenamiento se realiza en la memoria del celular o en una tarjeta removible, permitiendo la extracción de los tiempos (t_m) para correlacionarlos con una base de datos de curvaturas previamente calibradas. El sistema se calibra con una curvatura de referencia personalizada para comparar las desviaciones posturales del usuario. Además, cuenta con un sistema de alarma auditiva o visual que informa sobre la desviación y almacena el tiempo en dichas posiciones. Desde la aplicación móvil, la información adquirida puede ser emitida vía Bluetooth a cualquier PC equipada con receptor Bluetooth, facilitando así el procesamiento posterior para obtener parámetros y observaciones relevantes. La app arma un archivo CSV con los datos recopilados para enviarlo fácilmente por Bluetooth. Esto también permite integrar los datos en bases de datos más amplias para análisis comparativos y seguimiento continuo. Para desarrollar la aplicación móvil del sistema, se usaron herramientas que simplifican y optimizan el proceso. Expo permite crear apps con React Native, ofreciendo librerías y comandos que evitan configurar entornos nativos complejos como Xcode o Android Studio. Esto agiliza el desarrollo y facilita enfocarse en la funcionalidad, con opción de añadir código nativo si se necesita. Además, se empleó EAS (Expo Application Services), que automatiza la compilación, firma, publicación y actualización de apps en la nube. Esto elimina configuraciones locales difíciles y permite entregar actualizaciones rápidas y eficientes, facilitando el mantenimiento y mejora continua de la aplicación. Cabe destacar que la compilación con EAS tarda aproximadamente 20 minutos, sin embargo, debido a la cola de espera global de usuarios, el proceso completo puede extenderse hasta 5 horas.

156. Estudio de la histéresis en tintas termocrómicas comerciales y análisis de su viabilidad para el desarrollo de etiquetas inteligentes

Otaduy Valentino¹, Pirles Josue¹, Irusta Emanuel¹, Minetti Martin¹, Bogner Agustin¹, Urteaga Raul²

¹ Facultad de Ingeniería Química (FIQ), Universidad Nacional del Litoral (UNL)

² Instituto de Física del Litoral (IFIS), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

La termocromía es la propiedad de ciertos materiales de cambiar de color al ser expuestos a variaciones de temperatura. Este fenómeno se manifiesta como una alteración observable en el espectro de absorción o reflexión del material, y generalmente es reversible, es decir, el color original se recupera al regresar a la temperatura inicial [1].

En este proyecto se investigan las bases del comportamiento termocrómico en tintas comerciales borrables, con énfasis en el análisis del proceso de histéresis durante ciclos térmicos controlados. El estudio se basa en una tinta de tipo leuco [1] que presenta transiciones visibles en el rango de $-15^{\circ}C$ a $60^{\circ}C$, mediante un sistema experimental que utiliza una celda Peltier. Se caracterizan la desaparición y reaparición del color, así como la estabilidad, repetibilidad y tiempos de respuesta del cambio cromático.

Numerosos trabajos han demostrado el potencial de sistemas termocrómicos en aplicaciones de monitoreo de temperatura, tanto en alimentos como en fármacos [2,3]. Además, investigacio-

nes recientes han explorado diseños avanzados de materiales con respuesta térmica irreversible, ideales para etiquetas tipo TTI (Time-Temperature Indicators) [4].

A partir de los resultados obtenidos en este estudio preliminar, se analiza la viabilidad de emplear este tipo de tinta como base para el desarrollo de un prototipo de etiqueta inteligente, capaz de indicar visualmente una posible ruptura en la cadena de frío. El objetivo final es explorar una alternativa de bajo costo y sin componentes electrónicos para el monitoreo de condiciones térmicas en alimentos, medicamentos y otros insumos.

[1] R. Muthyala, *Chemistry and Applications of Leuco Dyes*, 1997.

[2] V. B. V. Maciel, T. Franco and C. M. P. Yoshida, *Polímeros: Ciência e Tecnologia* 22 (2012) 318.

[3] V. B. Maciel, C. Yoshida and T. Franco, *Journal of Agricultural Chemistry and Environment* 3 (2014) 5.

[4] C. Huang, Y. Shang, J. Hua, Y. Yin and X. Du, *ACS Nano* 17 (2023) 10269.

157. Estudio de redes autoensambladas de nanohilos de plata para redes neuronales en soporte físico

Pereyra Aponte Francisco Valentín¹, Diaz Schneider Juan Ignacio², Martinez Eduardo David², Levy Pablo Eduardo², Quinteros Cynthia Paula³

¹ *Instituto Balseiro (IB), Centro Atómico Bariloche (CAB), Universidad Nacional de Cuyo (UN-Cuyo)*

² *Instituto de Nanociencia y Nanotecnología (INN), Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)*

³ *Universidad Nacional de Gral. San Martín (UNSAM), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)*

La computación neuromórfica apunta a crear dispositivos capaces de aprender, adaptarse y procesar información como lo hacen las neuronas reales. En este contexto, se buscan nuevas plataformas físicas capaces de emular funciones cognitivas como la plasticidad sináptica. Un sistema prometedor para el desarrollo de estas arquitecturas son las redes autoensambladas de nanohilos de plata (AgNW), que presentan comportamiento memristivo debido a las propiedades de las juntas metal-aislante-metal que se forman en las intersecciones entre AgNWs.

En los últimos años, se han realizado esfuerzos para comprender la respuesta eléctrica de estas redes frente a variaciones en la concentración de nanohilos, la matriz de soporte, el sustrato donde se depositan y las condiciones ambientales.

En este trabajo se crearon y caracterizaron redes de AgNW embebidas en una matriz de PMMA, depositadas sobre vidrio, PMMA y Kapton. Se evaluaron sus propiedades morfológicas mediante microscopía óptica, SEM, AFM y perfilometría óptica. La respuesta eléctrica fue estudiada a través de rampas y pulsos de tensión en distintas condiciones ambientales (ambiente seco, alta humedad, reductor y oxidativo). La caracterización abarcó diversos regímenes de percolación, donde se observaron fenómenos no lineales como activación, conmutación, ruptura y relajación, todos ellos relevantes para aplicaciones neuromórficas.

Con una misma concentración de coloide y mediante *spin coating*, se obtuvieron distintos regímenes de percolación según el sustrato: las muestras sobre vidrio presentaron un régimen sobre-percolado que requirió electro-fundido (EF) para mostrar dinámica no lineal, mientras que las depositadas sobre PMMA y Kapton exhibieron estos efectos espontáneamente, propios de un régimen de baja percolación.

En todos los sustratos, la presencia de humedad y de agentes oxidativos o reductores favoreció la formación de filamentos conductores en las juntas entre nanohilos, lo que intensificó la aparición

de comportamientos no lineales como activación y ruptura. Sin embargo, esto también condujo a una degradación progresiva de las muestras. Durante el proceso de relajación, se observaron transiciones discretas en la resistencia eléctrica, cuyos intervalos temporales siguen distribuciones de ley de potencias, lo que indica una dinámica temporal con correlación a múltiples escalas.

158. Grafitos Aero-Eutécticos: innovación en materiales para baterías avanzadas de litio

Montoya Rojo Ursula¹, Pichipil Huircapan Marcela², Gregorutti Ricardo³, Roviglione Alicia¹

¹ *Laboratorio de Caracterización, Funcionalización y Diseño de Materiales (LCFD-M), Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires (FIUBA)*

² *Universidad de Buenos Aires (UBA), Instituto de Tecnologías y Ciencias de la Ingeniería "Hilario Fernández Long" (INTECIN), Grupo de Arqueometalurgia, Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires (FIUBA)*

³ *Laboratorio de Entrenamiento Multidisciplinario para la Investigación Tecnológica (LEMIT-CIC-PBA)*

En la sociedad actual, el bienestar general es una prioridad y para alcanzarlo es fundamental el acceso a energía sostenible y de bajo coste. En este contexto, el desarrollo de sistemas de almacenamiento energético como las baterías resultan cruciales para garantizar el crecimiento de tecnologías móviles fácilmente asequibles. Los Grafitos Aero-Eutécticos (GAE's) obtenidos a partir de materias primas de bajo coste (como son las fundiciones grises) y con tecnologías conocidas (referidas a técnicas de química básica) han demostrado un resultado prometedor para cubrir la demanda del mercado. En el presente caso se utilizó una fundición gris con láminas de grafito tipo A (ASTM-247). Este material presenta una porosidad irregular y abierta, además de elevada área superficial (92,3m²g⁻¹), medida por isotermas de adsorción método BET. Además, la micro estructura obtenida a través de imágenes ópticas (MO) y electrónica de barrido (SEM) evidencia un material poroso con láminas de tamaños y espaciado jerárquicos (es decir: no son todos iguales ni sirven al mismo propósito y además se pueden modificar a voluntad). Pero, ¿Qué es el GAE?, el GAE es un material obtenido a partir de fundiciones grises laminares, las cuales son aleaciones de Fe-C-Si que solidifican en el sistema estable Fe-C-Si como un eutéctico irregular. En estas aleaciones el carbono está presente principalmente como grafito puro, distribuido en una red de láminas interconectadas en la matriz metálica. Su estructura cristalina evidencia estructura hexagonal (D6h4-PG3/mmc) y en menor cantidad grafito romboédrico (D3d5-R3m). Estos materiales pueden ser diseñados a medida con solo modificar los parámetros de solidificación dando origen a diferentes morfologías y distribuciones de grafito laminar. Por naturaleza el grafito es un material liviano, pero el GAE, que se extrae mediante una disolución ácida secuencial que elimina la matriz metálica resulta en un material auto integrado grafito 100% ultraliviano. Debido a sus propiedades el GAE podría ser usado ventajosamente en procesos de catálisis, colectores solares, electrodos de soporte para nano películas de Cu, bioimplantes, electrodos para celdas de almacenamiento de energía, etc. Previamente, se ha estudiado el desempeño de GAE tipo A prístino como ánodo de baterías de Li-ion mostrando una respuesta típica de un material carbonáceo que intercala Li en su estructura. Luego de 60 ciclos sucesivos evidenció valores estabilizados de capacidad de unos 200 y 300 mAhg⁻¹ superior a algunos materiales ya en uso comercial.

159. Comportamiento de la temperatura en los parámetros eléctricos de un módulo solar policristalino en el Valle de Catamarca

Quinteros Victoria Sofia¹, Ortega Raul¹, Fasoli Hector¹, Filippin Francisco¹

¹ *Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Catamarca (FaCEN)*

Las celdas fotovoltaicas (FV) representan una de las tecnologías de energía renovable de mayor crecimiento. Estas celdas, compuestas principalmente de silicio, se clasifican en monocristalinas, policristalinas y amorfas. Nuestro estudio se enfoca en los módulos de silicio policristalino, conocidos por su cálculo entre eficiencia y costo de producción. La intensidad de la luz solar y la temperatura que alcanzan los módulos FV afectan significativamente los parámetros eléctricos de un módulo solar, como la corriente de cortocircuito (I_{sc}), el voltaje de circuito abierto (V_{oc}), el factor de llenado (FF) y la eficiencia. Por esta razón, investigar la influencia de estas variables en el rendimiento de los módulos solares es de vital importancia. El presente trabajo tiene como objetivo replicar una investigación experimental sobre la dependencia de la temperatura en los parámetros FV para un módulo policristalino. La particularidad y valor añadido de esta investigación radica en su realización en el entorno geográfico y climático específico de San Fernando del Valle de Catamarca. Los experimentos se efectuaron durante un periodo de aproximadamente media hora alrededor del mediodía solar en un día despejado y sin nubes. El módulo FV se colocó en un soporte con una inclinación igual al de la latitud del lugar de trabajo y con una orientación al norte geográfico. Se utilizaron radiómetros calibrados para la irradiación, situados en el mismo plano que el módulo y sobre la superficie horizontal y las temperaturas fueron monitoreadas mediante una sonda externa con ventosa. Los resultados muestran una disminución de la eficiencia a medida que aumenta la temperatura, particularmente por encima de los 30°C, a pesar de un leve aumento en I_{sc} . Este fenómeno se atribuye a una reducción significativa V_{oc} y FF con el incremento de la temperatura. El presente estudio experimental, realizado en San Fernando del Valle de Catamarca, es fundamental para comprender en detalle la dependencia térmica de los parámetros de rendimiento de los módulos solares de silicio policristalino. La investigación subraya la importancia de considerar las condiciones ambientales, especialmente la temperatura, para la optimización y el diseño de sistemas fotovoltaicos eficientes.

160. Caracterización estructural, morfológica y funcional de películas delgadas de vidrios calcogenuros para sensores fotoeléctricos y resistivos de gases

Ureña María Andrea¹, Rodríguez Daniel F.², Perillo Patricia², Sgromo Caterina¹, Noguera Carlos Brisa¹, Rocca Javier¹, García Cintia¹, Fontana Marcelo¹

¹ *Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires (FIUBA)*

² *Centro Atómico Constituyentes - Departamento de Micro y Nanotecnología, Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA)*

Los vidrios calcogenuros (VC) constituyen una clase de materiales semiconductores amorfos que han sido ampliamente estudiados por sus notables propiedades eléctricas y ópticas. Compuestos principalmente por elementos del grupo de los calcógenos —como azufre, selenio o telurio—, estos materiales se destacan por su transparencia en el infrarrojo, su respuesta a la luz mediante efectos fotoinducidos y su capacidad para cambiar de fase frente a estímulos eléctricos u ópticos. En particular, las películas delgadas basadas en telurio han mostrado gran potencial como sensores quimiorresistivos para la detección de gases como NO_x, CO, SO₂ y NH₃, con la ventaja de operar a temperatura ambiente. Recientemente, se ha propuesto la activación mediante luz ultravioleta (UV) como una estrategia para mejorar el desempeño de estos dispositivos. En este trabajo se presenta la caracterización de dispositivos basados en películas delgadas de vidrios calcogenuros de composición $Te_{100-x}Ge_x$ (con $x = 5, 10, 20$ y 30) y $(Te_{0.5}Se_{0.5})_{95}Ge_5$ y los resultados de los estudios estructurales (DRX), morfológicos (SEM, EDS y perfilometría) y de caracterización

eléctrica de dispositivos contruidos con electrodos interdigitados de oro, sobre los cuales se depositaron películas delgadas de las composiciones previamente mencionadas mediante ablación láser pulsada (PLD), empleadas como material sensible. La respuesta eléctrica se evaluó en oscuridad y bajo iluminación UV, tanto en corriente continua como mediante espectroscopía de impedancia pensando en su aplicación como sensores de luz UV. Además, se analizó la respuesta frente a la exposición de NO_2 y H_2S en ambas condiciones, con el objetivo de explorar el potencial de estos materiales como sensores activados fotoquímicamente.

161. Caracterización de electrolitos para baterías de sodio mediante RMN y electroquímica

Sacks Alana¹, Brué Martina¹, Caucás Victoria¹, Furlan Tomás², Bracamonte María Victoria^{2 3}, Ruderman Andrés^{1 3}, Vaca Chávez Fabián^{1 3}

¹ Facultad de Matemática Astronomía, Física y Computación (FAMAF), Universidad Nacional de Córdoba (UNC)

² Facultad de Ciencias Químicas (FCQ), Universidad Nacional de Córdoba (UNC)

³ Instituto de Física Enrique Gaviola (IFEG), Córdoba Capital, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

El desarrollo comercial de las baterías de iones de litio (LIB) de las últimas décadas ha revolucionado el campo del almacenamiento portátil de energía. Aunque las LIB presentan muchas ventajas con respecto a otros materiales, muestran problemas tales como la escasez de reservas de litio, cobalto y níquel y el correspondiente aumento de precio [1]. Estos problemas han servido de catalizador para la investigación de las baterías de iones de sodio (SIB), especialmente para aplicaciones de almacenamiento estacionario a gran escala. Al igual que en las LIB, la elección del electrolito para las SIB sigue siendo objeto de numerosas investigaciones. A diferencia de lo que ocurre con las LIB, el estudio de los electrolitos para los SIB está en una fase inicial. Los principales solventes orgánicos para los SIB son los carbonatos basados en ésteres, como el carbonato de propileno (PC), el carbonato de etileno (EC) y el carbonato de dimetilo (DMC) [2,3]. Esto se debe a que permiten soluciones con sales de Na que ofrecen altas conductividades iónicas ($1\text{--}13\text{ mS cm}^{-1}$) y amplias ventanas electroquímicas (voltaje 0-5 V) [4].

En este trabajo, investigamos el impacto de la concentración de la sal $NaPF_6$ en electrolitos compuestos de una mezcla EC:DMC 1:3 v/v. Para esto se utilizaron técnicas de resonancia magnética nuclear (RMN) y electroquímicas. Las mediciones espectroscópicas de RMN permiten analizar interacciones moleculares entre los diferentes componentes del electrolito, mientras que la medición de los tiempos de relajación proporcionan información sobre los movimientos moleculares. Los resultados electroquímicos muestran la variación de la capacidad de las celdas que poseen estos electrolitos a medida que son cicladas y, además, brindando información sobre los procesos químicos que se producen en las mismas.

[1] C. Vaalma, D. Buchholz, M. Weil and S. Passerini, *Nature Rev. Mater.* 3 (2018) 1.

[2] L. Xing, X. Zheng, M. Schroeder, J. Alvarado, A. von Wald Cresce, K. Xu, Q. Li and W. Li, *Acc. Chem. Res.* 51 (2018) 282.

[3] A. V. Cresce, S. M. Russell, O. Borodin, J. A. Allen, M. A. Schroeder, M. Dai, J. Peng, M. P. Gobet, S. Greenbaum, S. Rogers and K. Xu, *Phys. Chem.* 19 (2017) 574.

[4] M. D. Slater, D. Kim, E. Lee and C. S. Johnson, *Adv. Funct. Mater.* 23 (2013) 947.

162. Análisis de conductividad eléctrica en alcoholes para el desarrollo de dispositivo de medición

Sartarelli Salvador Andrés¹, Cyrulies Ernesto Enrique¹, Salomone Horacio Daniel²

¹ *Instituto de Desarrollo Humano, Universidad Nacional de General Sarmiento*

² *Instituto de Industria, Universidad Nacional de General Sarmiento*

En los sistemas de refrigeración solar que funcionan por adsorción, ciertos alcoholes se adsorben y desorben cíclicamente en un lecho de carbón activado especial. Por otro lado, para analizar la eficiencia de este tipo de dispositivos es necesario medir, entre otras cosas, la dinámica de adsorción-desorción de estos alcoholes lo que conlleva a disponer de un dispositivo que pueda sensor cuanto alcohol pasa de su fase de vapor a su fase líquida en función del tiempo y que también sea capaz de detectar, por ejemplo, la formación de agua en el alcohol (posible producto de la interacción química entre los componentes del par refrigerante). Para tales fines se analizan algunos aspectos de la conductividad eléctrica en alcoholes y por otro lado se desarrolla un simple pero efectivo dispositivo que utiliza la medida de su conductividad eléctrica para medir volúmenes desorbidos en función del tiempo.

163. Aplicación del modelo de gas en red al problema del tamaño óptimo de pedidos

Mieras Margarita Miguelina¹, Tobares Tania Daiana¹, Sanchez Varretti Fabricio Orlando¹, Ramirez Pastor Antonio José²

¹ *Instituto de Física Aplicada (INFAP), Facultad Regional San Rafael, Universidad Tecnológica Nacional, CONICET*

² *Instituto de Física Aplicada, Departamento de Física, Universidad Nacional de San Luis, CONICET*

Proponemos un innovador enfoque interdisciplinario que traslada conceptos de la física estadística, en particular, los modelos de gas en red, al análisis del problema clásico del dimensionamiento de lotes de pedidos dentro de la gestión de cadenas de suministro. Aprovechando analogías entre los procesos de inventario y los fenómenos de adsorción en sistemas físicos, desarrollamos una representación en la que los pedidos se modelan como partículas distribuidas en una red, influenciadas por una función de energía similar a los potenciales termodinámicos. Esta formulación habilita el uso de herramientas de la mecánica estadística para derivar estrategias óptimas de ordenación mediante la minimización de un funcional de energía libre. Además de ofrecer una nueva perspectiva sobre la estructura de la planificación óptima, el enfoque introduce el uso de la entropía configuracional como un indicador de variabilidad y resiliencia en las decisiones. Este estudio establece un vínculo sólido entre las ciencias físicas y la optimización logística, abriendo nuevas posibilidades tanto para la investigación como para su aplicación práctica.

164. Caracterización de repetibilidad de rotación óptica con monitoreo simultáneo de temperatura

Vargas Camila^{1 2}, Link Tomás², Etchepareborda Pablo¹, Álvarez Liliana¹, Bastida Karina¹

¹ *Metrología Física, Departamento de Óptica y Dimensional, Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI)*

² *Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN), Universidad de Buenos Aires (UBA)*

En este trabajo se presenta un análisis de repetibilidad de un polarímetro de alta exactitud que se utilizará como patrón de rotación óptica (RO) en la calibración de placas de control de cuarzo. Estas placas sirven como patrones de transferencia en la calibración de polarímetros comerciales y aseguran la trazabilidad metrológica de RO. En este sistema en particular, la RO

se determina a partir de la variación de la diferencia de fase entre dos señales armónicas, que se produce al colocar la placa de cuarzo en el polarímetro. Recientemente, se incorporaron sensores de temperatura al módulo de adquisición desarrollado para el polarímetro dado que la temperatura es una de las variables de influencia de esta medición. Esto permitió realizar mediciones de temperatura en simultáneo a las mediciones de diferencia de fase. A partir de estas mediciones, se llevó a cabo un análisis de repetibilidad de diferencia de fase y de RO teniendo en cuenta la dependencia con las variaciones de temperatura, para distintos ángulos de RO.

MATERIA BLANDA

Martes 16 y Miércoles 17 17:00 - 18:30 hs.

Sala Pettoruti, TACPA

Pósters impares se exhiben Martes 16 y pósters pares Miércoles 17

165. Caracterización de amortiguadores granulares cono en cono

Saldaño T. J.¹, Aguirre M. A.^{1 2}, Piva M. F.¹

¹ Grupo de Medios Porosos, Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

Un amortiguador granular (AG) es un dispositivo que consiste en un recipiente parcialmente lleno de material granular, que unido a una estructura vibratoria puede atenuar oscilaciones disipando energía a través de colisiones inelásticas y fricción entre las partículas y con las paredes del recipiente. Estudios recientes, han demostrado que un AG con una base cónica y una parte superior cónica correspondiente (configuración “cono en cono”) puede suprimir eficazmente respuestas caóticas que aparecen en estos sistemas cuando son sometidos a oscilaciones forzadas periódicas. A fin de analizar el comportamiento de un AG “cono en cono” frente a una perturbación, en este trabajo se analiza el proceso de relajación al equilibrio de una barra de aluminio sujeta en un extremo que es desplazada del equilibrio en su extremo libre en el cual se fija un AG “cono en cono”, con volumen interno constante. Mientras la aceleración sea mayor a la aceleración de la gravedad el AG disipa energía (régimen disipativo), pero luego se comporta como una masa rígida adicional perdiendo su capacidad de amortiguación. En el régimen disipativo, se analiza la influencia de la longitud de la barra y la cantidad de masa granulada en la evolución de la aceleración, fuerza aplicada en la barra, y simultáneamente, mediante tratamiento de imágenes se estudia la evolución de la amplitud de la oscilación.

166. Nanopartículas de plata estabilizadas con ligandos orgánicos: ajuste de parámetros de síntesis para su uso en arreglos plasmónicos

Aldana Francisco^{1 2}, Zelaya Eugenia², Azcárate Julio²

¹ Instituto Balseiro, Universidad Nacional de Cuyo

² Departamento de Materiales Funcionales y Estructurales, Gerencia de Física, Centro Atómico Bariloche (CAB)

Las nanopartículas metálicas plasmónicas (MNPs) tienen propiedades ópticas muy particulares debido a su interacción con la luz. Cuando la radiación electromagnética incide sobre las mismas, se genera un movimiento colectivo del gas de electrones. Dicho movimiento se conoce como resonancia de plasmones superficiales, ya que el mismo se asemeja al de un plasma. La posición de los picos en el espectro electromagnético (frecuencia de resonancia) depende fuertemente del tamaño y la geometría de las MNPs, como también del entorno dieléctrico en el que se encuentran dispersas. La plata es uno de los metales que presenta resonancias más intensas en las regiones del visible e infrarrojo cercano, lo que la convierte en un material prometedor para el desarrollo de aplicaciones plasmónicas, tales como fotocatalizadores y sensores químicos.

En la literatura se reporta un gran número de potenciales aplicaciones de dichas MNPs, basadas en las propiedades ópticas estudiadas en dispersiones coloidales (medio líquido). Sin embargo, para poder desarrollar aplicaciones reales, es necesario poder depositar las MNPs sobre diferentes sustratos (vidrio, sílice, alúmina) y que soporten varios ciclos de uso. Este desafío actual que afronta el campo de la plasmónica implica realizar un arreglo de nanopartículas (con excelente control de forma y tamaño), fijadas al sustrato. Nuestra propuesta para abordar este problema

se basa en el uso de radiación ionizante (luz UV, rayos X) para producir entrecruzamiento de moléculas en la superficie de las MNPs. Como primer paso, en este trabajo se evaluaron diferentes condiciones de síntesis para obtener MNPs de plata estabilizadas con distintos ligandos orgánicos en un medio no-polar (tolueno). Se analizó la influencia de cada reactivo en la síntesis, variando sus concentraciones relativas con el fin de entender su rol en la nucleación y crecimiento de las MNPs. Estos avances permitirán avanzar hacia sistemas racionales que posteriormente podrán ser entrecruzados sobre soportes sólidos y así evaluar su aplicación como catalizadores o sensores.

167. Polarizabilidad eléctrica transversal de un macroión cilíndrico

Bertolotto Jorge A.¹, Corral Griselda M.¹, Roston Graciela B.¹

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

Se calcula la polarizabilidad eléctrica transversal de un macroión cilíndrico en un medio electrolítico acuoso. Se emplean las ecuaciones electrocinéticas del sistema [1-3]. Se considera una partícula cilíndrica infinitamente larga de radio a y potencial zeta (potencial eléctrico en la superficie de la partícula) que se mueve a una velocidad U en agua que contiene un electrolito general compuesto por N especies iónicas de valencia z_i y densidad numérica lejos del macroión n_i , y un coeficiente de arrastre l_i ($i = 1, 2, \dots, N$) en un campo eléctrico transversal aplicado. El flujo de líquido es lo suficientemente pequeño como para ignorar los términos inerciales en la ecuación de Navier-Stokes. El campo eléctrico aplicado E es débil, por lo que la velocidad de la partícula es proporcional a E . Los iones del electrolito no pueden penetrar la superficie de la partícula. Se escriben las ecuaciones electrocinéticas fundamentales en términos de la velocidad del flujo de líquido u en la posición r con respecto a la partícula, y las desviaciones del potencial electroquímico y el potencial eléctrico debidos a la presencia del campo eléctrico. Se aprovecha la linealidad de las ecuaciones electrocinéticas y sus condiciones de contorno para descomponer el problema de electroforesis en dos problemas. El problema U , es el de una partícula cilíndrica fija en un campo de flujo impuesto $-U$ para r lejano, y en ausencia de un campo eléctrico aplicado y el problema E que se refiere a una partícula fija en un campo eléctrico aplicado en un fluido en reposo. Además, para una partícula cilíndrica orientada perpendicularmente a E , consideraciones de simetría nos permiten escribir a la velocidad u y las desviaciones del potencial electroquímico y el potencial eléctrico en términos de dos funciones $h(r)$ y $f_i(r)$ que reemplazadas en las ecuaciones electrocinéticas fundamentales dan como resultado un conjunto de cuatro ecuaciones diferenciales para $h(r)$ y $f_i(r)$, dos para el problema U y dos para el problema E . Se encuentran las formas asintóticas de $h(r)$ y $f_i(r)$ resolviendo las ecuaciones diferenciales anulando los términos que tienden a cero para r tendiendo a infinito. Esto da soluciones donde aparecen constantes C_i . Estas constantes se calculan con el método propuesto por O'Brien y otros [3]. Se considera que la polarizabilidad eléctrica de un macroión tiene dos componentes, una contribución debida a la presencia física de la partícula de baja constante dieléctrica en un medio de alta constante dieléctrica (caso potencial zeta = 0) y una contribución debida a la distorsión de la atmósfera iónica que rodea a la partícula. Fue calculada para una esfera cargada sumergida en un electrolito empleando las ecuaciones electrocinéticas del sistema por Zhou y otros [1]. En el modelo electrocinético estático, el campo electrostático perturbado lejos de la partícula es el campo aplicado, y el de un dipolo en el centro de la partícula. Igualando el potencial del dipolo lejos de la partícula al potencial perturbado asintótico calculado con las ecuaciones electrocinéticas se obtiene la polarizabilidad eléctrica en función de los coeficientes C_i . Para el caso de una partícula cilíndrica, en lugar de un dipolo puntual en el centro de la esfera empleamos una línea dipolar en el eje del cilindro, es decir dos líneas paralelas muy próximas, con densidades

lineales de carga iguales y opuestas.

[1] H. Zhou, M. A. Preston, R. D. Tilton and L. R. White, *Journal of Colloid and Interface Science* 285 (2005) 845.

[2] H. Ohshima, *Colloid and Polymer Science* 298 (2020) 151.

[3] R. W. O'Brien and L. R. White, *J. Chem. Soc. Faraday Trans. II* 74 (1978) 1607.

168. Estudio computacional de la formación de agregados y quelatos de flavonoides en agua

Campo Mario G.¹, Corral Griselda M.¹

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

Los flavonoides, conocidos por sus múltiples propiedades beneficiosas para la salud, como sus efectos antialérgicos y antiinflamatorios, también pueden formar complejos estables con iones (quelatos). Dada la hidrofobicidad de los flavonoides, estos tienden a formar agregados en soluciones acuosas. Es por ello que resulta de gran interés científico estudiar el efecto combinado de la agregación de flavonoides y su interacción con iones. En este trabajo, utilizamos dinámica molecular clásica para investigar la formación de estructuras de flavonoides e iones (quelatos) en agua. Se examina cómo estas interacciones son modificadas por la concentración de ambas especies y la formación de agregados. Nuestros resultados confirman el comportamiento hidrofóbico esperado de los flavonoides, caracterizando sus zonas hidrofóbicas e hidrofílicas. La formación de agregados, que presenta estructuras específicas, afecta la solubilidad de las moléculas individuales y su interacción con los iones, además de modificar la formación de puentes de hidrógeno con el agua. Notablemente, la formación de agregados y quelatos no solo disminuye el coeficiente de difusión, sino que también da lugar a fenómenos subdifusivos.

169. Competición entre iones sodio y magnesio en la interacción con ADN

Díaz Torres Francisco Manuel¹, Corral Griselda Mónica¹, Campo Mario Guillermo¹

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

La interacción entre iones y ADN es un objeto de estudio de gran relevancia para distintas disciplinas, tales como la biología, la química y la física. La importancia de este aspecto está ligada a la estabilidad estructural del ADN y al rol que desempeña en diferentes procesos biológicos dentro del organismo. Desde la física, el problema puede ser estudiado a partir de simulaciones computacionales como, por ejemplo, la dinámica molecular clásica (MD por sus siglas en inglés). En este trabajo se presenta un estudio, utilizando esta técnica, de la interacción de un fragmento de ADN con iones sodio y magnesio en un entorno acuoso a diferentes concentraciones y temperaturas (278 y 298 K); en particular, se estudia la competencia entre estas dos especies iónicas en su localización en el entorno cercano al macroion. Se obtienen funciones de distribución radial (RDF) de iones respecto al eje central del ADN y, de forma complementaria, sus mapas de densidad numérica dentro de la caja de simulación, a fin de observar fijaciones de estos iones en diferentes zonas del fragmento y contribuir al entendimiento del mecanismo de competencia entre especies iónicas. Estos resultados parciales forman parte de un trabajo final de grado que se está llevando a cabo.

170. Desarrollo de materiales bicapa sustentables para la remoción de

colorantes en agua

Coscarelli Thiago¹, Di Tomás Santino¹, Santos Ayelén^{2 1}, Barella Matías¹, Vergara Rubio Alicia^{2 1}, Rodríguez Ramírez Carlos^{2 1}, Goyanes Silvia¹

¹ Laboratorio de Polímeros y Materiales Compuestos, Departamento de Física, Universidad de Buenos Aires (UBA)

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

El vertido de efluentes industriales sigue siendo un desafío ambiental de gran relevancia, especialmente por la presencia de colorantes sintéticos de difícil degradación. Ante esta problemática, ha crecido el interés por el uso de materiales económicos y de origen renovable como alternativas sostenibles para la remoción de estos contaminantes. En este contexto, el cabello humano (CH) se perfila como un recurso frecuentemente subestimado, pero con notable potencial para el tratamiento de aguas. Su composición rica en proteínas, particularmente queratina, le aporta grupos funcionales activos capaces de interactuar con diversos contaminantes [1]. Asimismo, mediante procesos de transformación térmica, el CH puede convertirse en biocarbón, aumentando su área superficial y ampliando significativamente su capacidad adsorbente.

Sin embargo, tanto el cabello en su forma natural como el biocarbón derivado presentan limitaciones, especialmente en lo que respecta a la estabilidad estructural y la posibilidad de reutilización. Para superar estos inconvenientes, la incorporación de los adsorbentes en matrices poliméricas biodegradables surge como una estrategia innovadora. Entre estas, el tereftalato de adipato de polibutileno (PBAT) destaca por su biodegradabilidad, buena procesabilidad y propiedades idóneas para actuar como soporte en la integración de materiales adsorbentes.

En este trabajo se desarrolló un material bicapa conformado por PBAT y un biocarbón obtenido a partir de cabello humano, tanto en su forma pirolizada (CHp) como sin modificar (CH), con el objetivo de evaluar su capacidad para remover azul de metileno (AM) en soluciones acuosas. El biocarbón se obtuvo mediante pirólisis controlada de cabello humano en atmósfera de aire, aplicando una rampa de calentamiento de 5 °C/min hasta alcanzar 200 °C, temperatura que se mantuvo durante 6 horas. Posteriormente, el material fue tamizado, seleccionando la fracción con partículas inferiores a 75 μm . Las membranas de PBAT, por su parte, fueron producidas mediante hilado por fusión centrífuga, y tras la optimización de los parámetros del proceso, se obtuvieron fibras con un diámetro promedio de $(6 \pm 2) \mu\text{m}$. Todos los materiales fueron caracterizados mediante técnicas espectroscópicas, térmicas y de microscopía.

En una primera etapa, se analizó la capacidad de remoción de AM de cada componente por separado (PBAT, CH y CHp). Para ello, se utilizó una dosis de 3 g/L y se evaluó la adsorción tras 24 horas de agitación en soluciones de AM (10 ppm, pH 7). El PBAT alcanzó una remoción cercana al 10%, el CH logró un 35,5% y el CHp mostró la mayor eficiencia, con un 94% de remoción. Este resultado coincide con estudios previos que señalan la alta eficacia de materiales carbonosos derivados de biorresiduos, cuya capacidad adsorbente se asocia a la elevada porosidad y gran superficie específica generadas durante la pirólisis [2].

Con base en estos hallazgos, se desarrollaron materiales multicapa integrando fibras de PBAT con distintas proporciones de CHp (10%, 20% y 30%), manteniendo una dosis total de 3 g/L. Bajo las mismas condiciones experimentales, los materiales compuestos alcanzaron eficiencias de remoción del 45%, 47% y 49%, respectivamente. Un comportamiento aditivo se observó únicamente en la formulación con 10% de CHp, mientras que en los otros casos la eficiencia fue menor a la esperada en función de sus componentes individuales. Este efecto sugiere que, en la estructura multicapa, parte del CHp no está completamente disponible, posiblemente debido al encapsulamiento entre capas de PBAT y a la compactación dentro de la matriz. De este modo,

la accesibilidad y distribución del CHp en el interior del material se revelan como factores clave para optimizar su desempeño en procesos de adsorción. En conjunto, estos resultados evidencian el potencial del CHp incorporado en matrices poliméricas biodegradables como una estrategia sostenible y eficiente para la remoción de contaminantes en efluentes acuosos.

[1] V. Hegde et al, Chem. Eng. J. 461 (2023) 142103.

[2] M. Kamaraj et al, Glob. J. Environ. Sci. Manag. 10 (2024) 1005.

171. Equilibrio de fases, estructura y dinámica de mezclas con surfactantes

De Virgiliis Andres¹, Loscar Ernesto S.¹

¹ *Universidad Nacional de La Plata (UNLP), Instituto de Física de Líquidos y Sistemas Biológicos (IFLYSIB), Ciudad de La Plata*

La relación entre el equilibrio de fases, la microestructura y la dinámica de soluciones y mezclas que contienen surfactantes ha sido estudiada en profundidad, tanto teórica como experimentalmente. Todavía persisten algunas cuestiones sin resolver, sin embargo. Una tiene que ver con el orden de la transición entre fases puras y el fluido desordenado. Otra se relaciona con la definición misma de una microemulsión, es decir el fluido isótropo pero estructurado cuyo factor de estructura muestra un pico para un q no nulo. Ni tampoco está completamente determinada la existencia de escaleo dinámico en la cinética de aproximación al equilibrio en los puntos críticos. Mediante simulaciones Monte Carlo del modelo de Widom, que describe una mezcla del tipo agua-aceite-surfactante, con igual fracción de agua y aceite, monitoreamos el factor de estructura $S(q)$. La ubicación de la curva crítica orden-desorden, y los exponentes asociados, se definen a partir de la divergencia de la longitud de correlación y de la susceptibilidad, obtenidas de $S(q)$ ajustado con la expresión de Ornstein-Zernicke. Por otra parte, para valores de composición y temperatura correspondientes a la fase desordenada, el factor de estructura se interpreta en términos del modelo de Teubner y Strey, que utiliza dos escalas de longitud características para describir la microestructura: una longitud de correlación “ d ” que mide la quasi-periodicidad entre agua y aceite (como ocurre en la fase lamelar), y una longitud de persistencia “ X ” que representa la dispersión en los valores de d . La divergencia de esta última define la línea de desorden, mientras que la línea de Lifshitz se define a partir de la condición $q_{\max} = 0$. La evolución del pico q_{\max} del factor de estructura con la composición de la mezcla, se compara con valores experimentales y con teorías microscópicas. Nuestros resultados confirman que el modelo de Widom es consistente con la forma funcional de Teubner y Strey, pudiendo localizar tanto la línea de desorden como la línea de Lifshitz. Además, la variación continua que observamos en los exponentes críticos permite dilucidar las discrepancias existentes entre los diferentes experimentos.

Por otra parte, luego de localizar con precisión la ubicación de la línea de separación de fases, nos centramos en determinar el orden de dicha transición. Si bien en la solución de campo medio del modelo de Widom dicha línea es continua (2do orden), cálculos que incluyen fluctuaciones predicen una transición de primer orden para valores de temperatura y composición adecuados. Es decir que el cambio en el orden de la transición implica la presencia de un punto tricrítico, el cual puede ser ubicado mediante alguna variante de simulación Monte Carlo. En nuestro caso utilizamos la dinámica de tiempos cortos, estudiando la relajación al equilibrio de sistemas a lo largo de la línea de transición. Esto permite determinar tanto el orden de la transición, como los exponentes críticos en el caso de la transición continua.

172. Desarrollo de material multicapa de cabello humano y PBAT para la sorción de hidrocarburos en agua

Di Tomás Santino¹, Coscarelli Thiago¹, Santos Ayelen^{2 1}, Barella Matías¹, Vergara Rubio Alicia^{2 1}, Rodríguez Ramírez Carlos^{2 1}, Goyanes Silvia¹

¹ Laboratorio de Polímeros y Materiales Compuestos, Departamento de Física, Universidad de Buenos Aires (UBA)

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

La exploración y producción de hidrocarburos constituyen pilares económicos fundamentales a nivel mundial, pero también generan impactos ambientales severos. Entre los principales desafíos se encuentran los derrames de hidrocarburos, que representan una amenaza persistente y de gran magnitud. Tales incidentes, por ejemplo los vinculados a distintas etapas del ciclo petrolero, afectan negativamente la calidad de los ecosistemas acuáticos y terrestres, comprometen la salud humana y animal, y provocan la degradación irreversible de recursos naturales. Esta situación demanda la implementación urgente de tecnologías de remediación eficientes y sostenibles. Actualmente, los métodos convencionales para la remoción incluyen la quema *in situ*, dispersantes químicos, desnatadores mecánicos, barreras físicas y absorbentes sintéticos (poliuretano, polietileno, polímeros reticulados). Aunque estos enfoques resultan efectivos bajo condiciones específicas, presentan desventajas como elevados costos, baja biodegradabilidad y limitada posibilidad de reutilización. En este sentido, los sorbentes naturales han despertado un interés creciente debido a su bajo costo, alta capacidad de sorción, potencial de reutilización y menor impacto ambiental. Entre los sorbentes naturales, el cabello humano (CH) destaca por su porosidad, superficie rugosa y recubrimiento lipídico, características que le confieren una alta oleofilia. Sin embargo, su limitada estabilidad estructural y dificultad para la reutilización representan obstáculos para su aplicación directa. Para superar estas limitaciones, se propone la incorporación del CH en matrices poliméricas biodegradables, siendo el tereftalato de adipato de polibutileno (PBAT) un material idóneo gracias a su biodegradabilidad y buena procesabilidad.

En este contexto, se presenta el desarrollo de un sorbente multicapa compuesto por CH y PBAT para la remoción de hidrocarburos contaminantes en agua. El material fue diseñado con un 30% de CH ubicado en una capa central, la cual se encuentra encapsulada entre dos capas exteriores de PBAT. Las capas de PBAT se fabricaron mediante un proceso de hilado por fusión centrífuga, permitiendo obtener microfibras con un diámetro promedio de $(6 \pm 2)\mu m$. Los ensayos de la capacidad de sorción, tanto del material multicapa como de sus componentes individuales, fue evaluada de acuerdo con la norma ASTM F726-06, empleando aceite vegetal (AV) y gasoil (G) como modelos de hidrocarburos.

Los resultados mostraron que, en los ensayos en los que se usó AV, tanto el PBAT como el CH, alcanzaron capacidades de sorción individuales cercanas a $13.5 g_{AV}/g_{ads}$. Esta capacidad fue mantenida en el material compuesto multicapa, lo que sugiere que la incorporación del CH no compromete el desempeño del PBAT frente a este tipo de contaminante. En los ensayos realizados con G, el CH presentó una capacidad de sorción superior ($10 g_G/g_{ads}$) en comparación con el PBAT ($8 g_G/g_{ads}$). El material compuesto logró igualar la capacidad del CH, a pesar de contener únicamente un 30% de este residuo en su formulación. La mayor capacidad de sorción del CH para el gasoil podría estar relacionada con la menor viscosidad de este combustible en comparación con el aceite vegetal, facilitando su penetración y retención en la estructura porosa del cabello. En conjunto, estos resultados demuestran que la arquitectura multicapa facilita una distribución homogénea y eficiente del CH dentro del compuesto, preservando y potenciando su capacidad sorbente. La sinergia entre las propiedades oleofílicas naturales del cabello y la estructura porosa de las microfibras de PBAT da lugar a un material funcional, altamente efectivo y biodegradable. Este innovador sorbente presenta un gran potencial para aplicaciones prácticas

en la remediación de aguas contaminadas con hidrocarburos, ofreciendo una solución sostenible, económica y ambientalmente responsable frente a los desafíos actuales de contaminación.

173. Determinación de distribución de pesos moleculares de polímeros en solución por resonancia magnética nuclear

Dilewski Facundo Gabriel¹, Velasco Manuel Isaac², Acosta Rodolfo Hector²

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

² *Facultad de Matemática, Astronomía, Física y Computación (FAMAF), Córdoba Capital, Instituto de Física Enrique Gaviola (IFEG), Córdoba Capital*

La determinación precisa del peso molecular y su distribución es fundamental para comprender las propiedades físicas, mecánicas y de procesamiento de los polímeros; tales como la resistencia mecánica, la viscosidad o la biodegradabilidad. Generalmente este análisis se realiza mediante cromatografía por permeación en gel (GPC/SEC), un método bien establecido y ampliamente aceptado. Sin embargo, presenta limitaciones importantes: requiere calibraciones específicas para cada sistema polímero-solvente, consume grandes volúmenes de solvente, y tiene dificultades para analizar polímeros poco solubles o con fuerte interacción con las columnas del equipo [1,2].

Frente a esto, estudios de difusión por resonancia magnética (RMN) con resolución espectroscópica (DOSY) se presentan como una herramienta poderosa y no destructiva para estimar pesos moleculares en solución. Esta relación se describe mediante el modelo de Stokes–Einstein, vinculando el coeficiente de difusión con la temperatura, la viscosidad y el radio hidrodinámico; el cual, a su vez, puede correlacionarse con el peso molecular a través del modelo de Rouse–Zimm. De esta forma, es posible establecer una relación directa entre difusión, viscosidad y peso molecular utilizando parámetros obtenidos a partir de una calibración universal [2,3]. La implementación de la transformada inversa de Laplace (ILT) permite obtener distribuciones de pesos moleculares, en lugar de un único valor promedio.

En este trabajo se utilizaron experimentos DOSY en un espectrómetro de RMN de 80 MHz (Spinsolve) equipado con gradientes de hasta 0,5 T/m. Se obtuvieron distribuciones de peso molecular de soluciones poliméricas en solventes no deuterados, con un amplio rango de pesos moleculares, y con resolución espectroscópica. Se exploraron los límites de peso moleculares que puede determinar adecuadamente el equipo, y se optimizó el rango de parámetros experimentales para que las señales de polímeros con distintas masas pudieran resolverse de forma correcta mediante ILT, permitiendo así estimar también su polidispersidad [1,2,4].

[1] Magritek, Determining the Molecular Weight of Polymers by Pulsed Field Gradient NMR on a Spinsolve 80 MHz (2023).

[2] O. Tooley, W. Pointer, R. Radmall, M. Hall, V. Beyer, K. Stakem, T. Swift, J. Town, T. Junkers, P. Wilson, D. Lester and D. Haddleton, *Macromol. Rapid Commun.* 45 (2024) 2300692.

[3] N. H. Williamson, M. Röding, S. J. Miklavcic and M. Nydén, *J. Colloid Interface Sci.* 493 (2017) 393.

[4] P.-J. Voortter, A. McKay, J. Dai, O. Paravagna, N. R. Cameron and T. Junkers, *Angew Chem. Int. Ed.* 61 (2022) e202114536.

174. Segregación de un medio granular bidisperso durante la fluidización inducida por un flujo vertical

Fernandez Fabricio Eric¹, Barba Maggi Diego Guillermo², Aguirre María Alejandra^{1 3}, Piva Marcelo Fabian¹

¹ *Grupo de Medios Porosos (GMP), Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires (FIUBA)*

² *Laboratorio GIICYT, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Riobamba Ecuador*

³ *Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)*

La segregación de un medio granular polidisperso refiere al proceso en el cual sus componentes se organizan de acuerdo a propiedades como tamaño, forma o densidad. El mismo ocurre naturalmente en diversos contextos, desde la mezcla de frutos secos hasta procesos industriales y fenómenos geológicos [1]. En general, cuando una mezcla polidispersa de granos es sometida a agitación o vibración vertical, las partículas se separan por tamaño, quedando las más grandes en la parte superior y las más pequeñas en la parte inferior (aún siendo estas últimas menos masivas) [2]. Sin embargo, cuando el medio es atravesado por un flujo vertical de fluido, se ha observado que el medio se segrega por tamaño, pero la disposición de los constituyentes es inversa, quedando, en este caso, los más grandes por debajo [3].

En este trabajo se ha experimentado con jets cuasi-puntuales de fluido con origen en un orificio ubicado sobre la base de una celda de Hele Shaw parcialmente llena de una mezcla bidispersa de microesferas de vidrio, y completamente llena del mismo fluido inyectado. Luego de someter al medio granular a procesos locales de fluidización y defluidización, se llegan a observar diferentes patrones de segregación dependiendo de la altura inicial de la capa granular y de su topografía final, en los que se distingue un núcleo central formado por partículas grandes, recubierta por una fina envoltura de granos pequeños, y a su vez rodeado por una región externa de mezcla.

[1] M. Sardare and S. Gharat, *J. Phys.: Conf. Ser.* 2763 (2024) 012006.

[2] S. Matsumura, D. Richardson, P. Michel, S. Schwartz and R-L. Ballouz, *MNRAS* 443 (2014) 3368.

[3] M. Bottelli, Tesis de grado en Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires (2016).

175. Estabilidad térmica de membranas modelo: efectos de la oxidación lipídica

Fraga Carlos Sebastian¹, Carlevaro C. Manuel^{2 3}, Alvarez H. Ariel^{4 1 2}

¹ *Instituto de Ciencias de la Salud, Universidad Nacional Arturo Jauretche (UNAJ)*

² *Instituto de Física de Líquidos y Sistemas Biológicos (IFLYSIB), Ciudad de La Plata*

³ *Departamento de Mecánica, Facultad Regional La Plata (FRLP), UTN*

⁴ *Departamento de Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Plata (UNLP)*

El análisis de la estabilidad térmica de las membranas lipídicas es clave para comprender cómo el estrés oxidativo afecta a las células. La peroxidación lipídica no solo contribuye al envejecimiento, sino que también se vincula con enfermedades como el Parkinson, el Alzheimer, la esquizofrenia y la aterosclerosis, entre otras [1]. En este trabajo se realizaron simulaciones de Dinámica Molecular All-Atom para estudiar el comportamiento estructural de bicapas lipídicas en función de la temperatura. Se analizaron dos sistemas modelo: una membrana compuesta por POPC puro y otra con POPC oxidado. El objetivo principal fue evaluar si la oxidación lipídica altera la estabilidad térmica de la membrana, promoviendo perturbaciones estructurales asociadas a una transición de fase del tipo gel (ordenada) a líquida (desordenada). Para ello, se calcularon y analizaron variables biofísicas relevantes como el área por lípido, el espesor de la bicapa, los perfiles de densidad y el parámetro orden de orden de deuterio (DOP) de las cadenas hidrocarbonadas. Además, se evaluó la estabilidad térmica de los sistemas mediante un protocolo de annealing que incluyó ciclos de calentamiento (heating) y enfriamiento (cooling). Los resultados obtenidos

fueron contrastados con datos previos de la literatura [2], para validar los modelos y discutir las implicancias de la oxidación en la dinámica de membranas biológicas. Observamos un aumento del área efectiva por lípido y una disminución del espesor de las membranas en los fosfolípidos oxidados con respecto a los no-oxidados. En cuanto al efecto de la temperatura, el cambio en las variables de interés es menos notorio para los lípidos oxidados que el ya observado para POPC.

[1] J. Wong-ekkabut, Z. Xu, W. Triampo, I-M. Tang, D. P. Tieleman and L. Monticelli, *Biophysical Journal* 93 (2007) 4225.

[2] S. Leekumjorn and A. K. Sum, *The Journal of Physical Chemistry B* 111 (2007) 6026.

176. Eficiencia de elevadores sinfín en función del ángulo de elevación: experimentos y simulaciones.

Köpke Juan Ignacio¹, Pellegrino Eric¹, Irastorza Ramiro^{1 2}, Madrid Marcos^{1 2}

¹ *Facultad Regional La Plata (FRLP)*

² *Instituto de Física de Líquidos y Sistemas Biológicos (IFLYSIB), Ciudad de La Plata*

Los tornillos sinfín son mecanismos ampliamente utilizados en la agricultura para el transporte y elevación de materiales granulares, como trigo, maíz y soja [1, 2]. Su diseño simple, bajo costo y capacidad de operar en espacios reducidos los convierten en una solución eficiente para el manejo de productos a granel en distancias cortas. Sin embargo, a pesar de su uso extendido, diversos aspectos de su funcionamiento, como la eficiencia en el transporte, la durabilidad del sistema y el carácter pulsátil del caudal, continúan siendo objeto de estudio, particularmente en contextos agrícolas donde las condiciones de operación son variables y, en muchos casos, severas. El presente proyecto de investigación tiene como objetivo analizar las variaciones del caudal generadas por un tornillo sinfín en función de sus características constructivas y del ángulo de operación. Para ello, se combinarán estudios experimentales con simulaciones numéricas utilizando el Método de Elementos Discretos (DEM), con el fin de comprender en detalle la dinámica del flujo granular en este tipo de dispositivos. Los resultados permitirán evaluar el impacto de distintos parámetros de diseño sobre el rendimiento del sistema y contribuirán al desarrollo de criterios que optimicen su funcionamiento, mejoren su eficiencia y prolonguen su vida útil en entornos agrícolas.

[1] A. W. Roberts, *Powder Technology* 104 (1999) 56.

[2] H. Ren et al, *Powder Technology* 418 (2023) 118276.

177. Simulaciones de microgeles iónicos para la caracterización de las interacciones efectivas

Loggia Tobias L.¹, Brito Mariano E.², Marconi V. I.^{1 3}

¹ *Facultad de Matemática Astronomía, Física y Computación (FAMAF), Universidad Nacional de Córdoba (UNC)*

² *Instituto de Física Computacional, Universidad de Stuttgart, 70569 Stuttgart, Alemania*

³ *Instituto de Física Enrique Gaviola (IFEG), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)*

Las suspensiones de microgeles son materiales versátiles con amplias aplicaciones en administración de fármacos, ingeniería de tejidos y purificación. Estas partículas de tamaño micrométrico a nanométrico consisten en redes poliméricas reticuladas que se pueden comportar tanto como coloides o como polímeros. Pueden hincharse de manera reversible en respuesta a cambios ambientales como temperatura, pH o concentración de sal, y pueden deformarse o interpenetrarse con otros microgeles, creando propiedades únicas en la suspensión. En los

microgeles iónicos, el hinchamiento alcanza el equilibrio a través de un balance entre las fuerzas elásticas de la red polimérica y las fuerzas electrostáticas de las cargas de la red en combinación con la redistribución de los microiones [1, 2]. Esta redistribución de microiones afecta tanto el comportamiento de hinchamiento como las interacciones entre microgeles vecinos.

Comprender las interacciones efectivas entre microgeles es primordial para el diseño controlado de coloides inteligentes y una comprensión fundamental de las transiciones de fase coloidales [3]. En este proyecto, se estudian las interacciones efectivas de pares entre microgeles con diferentes distribuciones de carga fija en la red polimérica con el fin de dilucidar el impacto de las diferentes arquitecturas de microgel en el comportamiento de fase, la carga de microgel y la carga efectiva de microgel. En este poster, mostraremos cómo implementar simulaciones de grano grueso para modelar pares de microgeles interactuantes y medir el potencial de fuerza media entre ambos. Por medio del modelo de Kremer-Grest para la red polimérica, y un modelo primitivo para las interacciones electrostáticas, simulamos microgeles neutros y cargados bajo condiciones de solvente implícito con dinámica molecular. Propiedades como el tamaño del microgel en equilibrio, su carga neta y el potencial de interacción de fuerza media son medidos. Este trabajo establece las bases para la medición del potencial electrostático efectivo entre pares de microgeles.

[1] A. R. Denton and Q. Tang, J. Chem. Phys. 145 (2016) 164901.

[2] M. E. Brito, A. R. Denton and G. Nägele, J. Chem. Phys. 151 (2019) 224901.

[3] M. J. Bergman, N. Gnan, M. Obiols-Rabasa, J. M. Meijer, L. Rovigatti, E. Zaccarelli and P. Schurtenberger, Nat. Commun. 9 (2018) 5039.

178. Producción de CO₂ de *Saccharomyces cerevisiae* en presencia de campos magnéticos: reduciendo la variabilidad

Petersen Cruceño F. G.^{1 2}, Pepe Weigel E. C.³, Baigorria J. B.³, Gonzalez Burnet C. M.³, Makinistian L.^{1 3}

¹ Instituto de Física Aplicada (INFAP), UNSL-CONICET

² FQByF, GIDACER, Universidad Nacional de San Luis (UNSL)

³ Depto. de Física, FCFMyN, Universidad Nacional de San Luis (UNSL)

La levadura *Saccharomyces cerevisiae* es un microorganismo de gran interés industrial, ya que participa en procesos de fermentación y elaboración de bebidas como el vino y la cerveza y en la producción de bioetanol. La aplicación de campos magnéticos (CM) para modular el metabolismo de las levaduras es una línea de investigación activa en el Laboratorio de Magnetobiología de la Universidad Nacional de San Luis y, en estudios previos, se analizó el efecto de CM sobre levaduras *S. cerevisiae* mediante su exposición a un CM vertical constante de 50 μ T solo, o superpuesto a campos variables de tipo senoidal y *phase-locked frequency modulated* (PLFM). En el presente trabajo, mejorando la metodología de experimentación, se logró reducir la variabilidad de las mediciones. Se realizaron nuevamente tres tipos de experimentos: a) barrido regular de forma logarítmica en el rango de frecuencias entre 20-20000 Hz de 15 minutos de tiempo de duración; b) exposición a pulsos de 1 min de campo senoidal de 1000 Hz, en experimentos de 90 min de duración, realizándose, además, un barrido en la relación de las amplitudes de campos alterno y continuo B_{AC}/B_{DC} entre 0 y 1; y c) barrido entre las amplitudes de los campos continuo y variable (parámetro definido como ζ) entre $\zeta = 0.1$ y $\zeta = 0.9$ con señales PLFM, con tiempos de exposición de 15 minutos. Algunas exposiciones produjeron efectos sobre la producción de CO₂, tanto de estimulación como de inhibición. Considerando las mejoras implementadas en la metodología experimental, se obtuvieron resultados más robustos (i.e., menor variabilidad) en comparación a los reportados en ediciones anteriores de la RAFA. Los nuevos experimentos abren un panorama amplio de posibilidades para seguir explorando diversas combinaciones entre

las variables involucradas, tales como frecuencia y amplitud de campo o la intermitencia de los pulsos, planteando nuevos desafíos y líneas de trabajo a futuro.

179. Estudio experimental de ondas mecánicas en geles blandos: comparación entre métodos clásicos y un enfoque basado en correlación cruzada

Melissari Lozoya Bruno¹, Sedofeito Rajo Camila¹, Gallot Thomas¹

¹ *Facultad de Ciencias, Universidad de la República de Uruguay (UDELAR)*

La elastografía por ultrasonido ha sido ampliamente desarrollada desde la década de 1990 con fines médicos, aunque también presenta un gran potencial para aplicaciones no médicas, como el estudio de la propagación de ondas de choque en sólidos blandos.

En este trabajo se presenta un estudio experimental de la propagación de ondas mecánicas en geles blandos mediante un sistema que genera ondas coherentes de baja frecuencia (≤ 500 Hz), utilizando técnicas de imagenología ultra-rápida. Las mediciones se realizan en régimen dinámico, es decir, se analiza el desplazamiento del medio frente a una excitación mecánica, lo que permite caracterizar con precisión la respuesta del material.

Se investigan geles con distintas propiedades elásticas, evaluando cómo la velocidad de fase y la atenuación de las ondas de corte varían en función de la frecuencia. Para esto, se comparan métodos clásicos de análisis con un nuevo enfoque basado en correlación cruzada para estimar la atenuación del medio.

180. Estudio de un amortiguador granular con obstáculos en su interior

Umazano Juan Pablo¹, Ferreyra María Victoria¹, Pagnaloni Luis A.^{1 2}

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

² *Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)*

En el presente trabajo se estudia por simulación mediante el Método de Elementos Discretos (DEM) la dinámica de un amortiguador granular (AG) en cuyo interior se introduce uno o más obstáculos fijos. Para cada uno de los diseños considerados, se calcula el factor de pérdida de energía para caracterizar la disipación de energía mecánica y se analiza la dinámica del amortiguador para diferentes amplitudes y frecuencias de excitación armónica. Se comparan los resultados obtenidos para un amortiguador con y sin obstáculo/s, y se determinan qué diseños, entre aquellos estudiados, exhiben características disipativas menos dependientes de la amplitud y frecuencia de forzado.

181. Complejos entre un copolímero tipo cepillo termosensible y un tensoactivo de carga opuesta. Efecto de la temperatura y la concentración

Ritacco Hernán^{1 2}, Fernandez Leyes Marcos¹, Quirolo Zulma¹, Lencina Soledad¹, Del Barrio Cecilia¹, Márquez Rafael², Fernandez Jaqueline¹, Sanchez Morales Jhon¹

¹ *Instituto de Física del Sur (IFISUR-CONICET), Av. Alem 1253, Bahía Blanca (8000), Argentina*

² *Departamento de Física de la Universidad Nacional del Sur, Av. Alem 1253, Bahía Blanca (8000), Argentina*

Vectores sensibles para la liberación de fármacos podrían formularse a partir de complejos de polielectro-

lito-surfactante con cargas opuestas. Como sistema modelo, sintetizamos un copolímero (PECop) compuesto por alginato y poli(N-isopropilacrilamida) (PNIPAAm) para obtener un polielectrolito tipo cepillo con cadenas laterales capaces de responder a cambios de temperatura.

Estudiamos el proceso de agregación del PECop con un surfactante catiónico, el bromuro de dodeciltrimetilamonio (DTAB), en función de la concentración del surfactante y de la temperatura. Utilizamos medidas de tensión superficial, movilidad electroforética y potencial zeta (ζ), potenciometría, dispersión de luz dinámica y estática, y microscopía de fuerza atómica (AFM) para caracterizar los complejos copolímero-surfactante.

Encontramos que los complejos PECop/DTAB son esféricos y bastante monodispersos dentro de un cierto rango de concentración del surfactante, a pesar de la amplia polidispersidad del copolímero. Las isothermas de unión muestran un comportamiento mixto entre el de una mezcla típica de polielectrolito y surfactante con cargas opuestas (sigmoideal) y el de polímeros modificados hidrofóbicamente mezclados con surfactantes. Comparamos las isothermas de unión del PECop con las del alginato y encontramos que el número de moléculas de DTAB unidas a las cadenas es seis veces mayor en el primero, al comparar ambas a la misma concentración total de surfactante (1mM).

Los complejos responden a cambios de temperatura, pero solo dentro de ciertos rangos estrechos de concentración del surfactante (c_s). Nuestros resultados demuestran que las moléculas del surfactante inducen un colapso progresivo de las cadenas poliméricas, siendo máximo a $c_s = 2.8$ mM, concentración en la cual se pierde completamente la capacidad de respuesta térmica. Para $c_s < 1$ mM, los agregados PECop-DTAB disminuyen su tamaño cuando la temperatura supera la temperatura crítica inferior de solubilidad (LCST) del copolímero. Por el contrario, para $c_s > 10$ mM, los complejos aumentan su tamaño cuando $T > \text{LCST}$. Esta inversión en el signo de la respuesta térmica a medida que aumenta la concentración del surfactante indica un cambio en la estructura de los agregados, y podría abrir nuevas posibilidades en el diseño de nanotransportadores para sistemas de liberación de fármacos basados en este tipo de complejos polímero-surfactante.

182. Efecto del uso de recintos blandos sobre la respuesta mecánica de un amortiguador granular

Suarez R.¹, Gómez Paccapelo J. M.¹, Ferreyra M. V.¹, Pagnaloni L. A.^{2 1}

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

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

Los amortiguadores granulares (AG) son dispositivos que se utilizan para disipar la energía mecánica de movimiento de un sistema al cuál ha sido acoplado. El diseño más simple de un AG consiste en un contenedor hueco parcialmente relleno con material granular, donde tanto el techo como el piso del mismo son planos y rígidos al cual denominaremos AG convencional. Cuando el AG se pone en movimiento debido a las vibraciones del sistema, las partículas en su interior comienzan a colisionar y friccionar entre ellas y con las paredes del contenedor disipando así parte de la energía del movimiento. El uso de AG para la industria presenta grandes ventajas como son, por ejemplo, su fácil construcción y bajo costo, no necesitan de un mantenimiento constante y pueden ser eficaces incluso en ambientes hostiles donde la temperatura y la presión sean extremas [1]. Sin embargo, los AG presentan una gran variabilidad en su respuesta ante un cambio mínimo de las condiciones operacionales. En este trabajo experimental utilizamos un material blando para reemplazar el techo plano rígido del AG convencional. La respuesta del AG la caracterizamos mediante el factor de amortiguación η , que representa la tasa de energía disipada,

en función de la amplitud de aceleración para una frecuencia fija. Comparamos la respuesta de la nueva configuración del AG con la convencional. Encontramos que colocar un material blando en el techo mejora la respuesta del AG disminuyendo la variabilidad de η para un rango de amplitudes de aceleración considerable.

[1] H. V. Panossian, Journal of Vibration and Acoustics 114 (1992) 101.

183. Estudio de la dinámica de las partículas dentro de amortiguadores granulares mediante YOLO (You Only Look Once)

Tomás Kevin G.¹, Pugnaroni Luis A.^{2 1}

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

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

Los amortiguadores granulares (AG) están constituidos por contenedores parcialmente llenos con partículas sólidas, las cuales atenúan vibraciones mediante las múltiples colisiones disipativas entre ellas y con el recinto. Estos dispositivos resultan de interés en la industria debido a su efectividad en condiciones extremas (e.g., altas temperaturas o presiones), donde los amortiguadores viscosos tradicionales pierden eficacia [1], además de su fácil mantenimiento y construcción. La principal desventaja de los amortiguadores granulares reside en que generalmente presentan respuestas no lineales, lo que dificulta predecir su comportamiento cuando se acopla a un sistema vibrante primario. Esta limitación es atenuada mediante la implementación de un nuevo diseño tipo cono-en-cono [2], el cual provoca respuestas cuasi lineales en determinadas condiciones de funcionamiento. En este trabajo se explora la dinámica del material granular dentro del recinto que conforma al AG, tanto para el caso convencional, como para el diseño cono-en-cono, mediante el análisis de videos de alta velocidad utilizando el software de detección de partículas YOLO (You Only Look Once). YOLO utiliza una red neuronal que debe ser entrenada para la identificación de patrones específicos de interés. Utilizamos AG contruidos con recintos transparentes que contienen material granular dispuesto en una única capa de espesor. Este tipo de análisis permite determinar el comportamiento del conjunto de la masa del material granular, así como la ocurrencia de fenómenos característicos como la convección.

[1] H. V. Panossian, Journal of Vibration and Acoustics 114 (1992) 101.

[2] K. G. Tomás, R. E. Suarez, J. M. Gómez-Paccapelo, M. V. Ferreyra and L. A. Pugnaroni, Granular Matter 27 (2025) 21.

184. Remoción de tetraciclina y arsénico mediante un material bicapa ecoamigable de alcohol polivinílico, celulosa y hierro desarrollado a partir de la técnica de electrohilado

Paramio Santiago¹, Trangoni Enzo¹, Santos Ayelen¹, Vergara Rubio Alicia¹, Rodriguez Carlos¹, Goyanes Silvia¹

¹ Universidad de Buenos Aires (UBA), Instituto de Física de Buenos Aires (IFIBA), Departamento de Física, Laboratorio de Polímeros y Materiales Compuestos (LPMC)

La presencia de compuestos tóxicos como el arsénico (As) y contaminantes emergentes, tales como la tetraciclina (TC), representa en cuerpos de agua una seria amenaza para la biodiversidad y la salud humana [1,2]. Una estrategia eficaz para su remoción consiste en el empleo de adsorbentes activos, como los óxidos de hierro. La eficiencia de estos materiales puede potenciarse mediante su incorporación in situ en una nanoestructura con elevada superficie específica, como las membranas nanoestructuradas obtenidas por electrohilado [3]. En el escalado industrial, estas

membranas suelen depositarse sobre un sustrato que cumple únicamente una función operativa, sin aportar valor funcional. Sin embargo, para lograr un material eficiente y ambientalmente sostenible, resulta importante investigar sustratos biodegradables que actúen como adsorbentes. En este trabajo se presenta un material bicapa compuesto por un sustrato de celulosa, impregnado con una solución acuosa de 500 mg/L de Fe(II) y 500 mg/L de Fe(III), sobre el cual se electrolizó una solución acuosa al 11% m/m de alcohol polivinílico (PVA, $M_w = 125\,000$ g/mol de grado industrial), con ácido cítrico (AC) al 5% m/m respecto a la masa de PVA. Para insolubilizar las nanofibras de PVA, el material fue sometido a un tratamiento térmico de 190°C durante 15 minutos. Posteriormente se impregnó el material bicapa con la misma solución de Fe(II) y Fe(III), favoreciendo la formación in situ de óxidos de hierro. Con el fin de evaluar la morfología del material y confirmar la presencia de los óxidos, se realizaron análisis por microscopía electrónica de barrido (SEM). Se determinó el diámetro medio de las nanofibras de PVA, el cual fue de (146 ± 11) nm. Adicionalmente, se observaron partículas de óxidos de hierro distribuidas tanto sobre las nanofibras como en el sustrato de celulosa. Se midió el diámetro de dichas partículas obteniendo una media de (338 ± 35) nm.

Para evaluar el desempeño del material bicapa en la remoción de contaminantes, se realizaron ensayos de adsorción en condiciones de agitación continua durante 24 hs. Estos se llevaron a cabo con soluciones acuosas de As (1 mg/L) y de TC (20 mg/L), utilizando una dosis de adsorbente de 1 g/L, a pH 7. La concentración de cada contaminante fue determinada mediante espectrofotometría UV-Visible (UV-1800, Shimadzu). La capacidad de adsorción obtenida fue de $q = (0,43 \pm 0,05)$ mg/g para As y $q = (12,46 \pm 0,36)$ mg/g para TC. Con el fin de evaluar su comportamiento bajo un flujo de agua contaminada, se hicieron pruebas en flujo continuo para la TC con una concentración inicial de 2 mg/L, a pH 7 y un caudal de 20 mL/h durante 30 min, por duplicado. Se obtuvo una remoción del 66% del contaminante, lo cual representa un avance significativo para el diseño de un material adsorbente orientado a su uso en sistemas comerciales. Estos resultados permiten proponer este material bicapa como una alternativa atractiva para la industria de remediación de aguas, dado que combina una alta eficiencia de adsorción (comparados con otros trabajos reportados [4,5]) con el uso de materiales de bajo costo, menor número de pasos de fabricación y bajo impacto ambiental.

[1] A. E. Bardach et al, Sci. Total Environ. 538 (2015) 802.

[2] Y. Amangelsin et al, J. Antibiot. 12 (2023) 440.

[3] N. Torasso et al, Chem. Eng. J. 454 (2023) 140168.

[4] N. R. Nicomel et al, Int. J. Env. Res. Pub. He. 13 (2016) 62.

[5] G. Geetha et al, RSC Adv. 10 (2020) 27081.

185. Termodinámica + Forma

Urrutia Ignacio^{1 2}

¹ *Departamento de Física de la Materia Condensada (DFMC), Centro Atómico Constituyentes (CAC), 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)*

Aprovechando la relación entre los sistemas de pocas partículas confinadas y el correspondiente de muchas partículas confinadas pero en el límite de baja densidad (gas diluido), mostramos que las propiedades termodinámicas de un gas confinado dependen de la forma del recipiente en que se lo confina. Como modelo, usamos sistemas de partículas confinadas con potenciales de interacción rígidos, tanto para la interacción entre partículas (esferas duras, Hard Spheres) como con las paredes (paredes rígidas, Hard Walls). Presentamos resultados exactos que relacionan la

forma del recipiente con las propiedades termodinámicas del gas: Energía Libre, Presión, etc.

186. Simulaciones de descargas de silo con paredes rugosas

Zonco Sofia¹, Carlevaro Manuel², Madrid Marcos²

¹ *Universidad Tecnológica Nacional (UTN)*

² *Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)*

En la mayoría de los estudios computacionales sobre descarga de silos bidimensionales (2D) y tridimensionales (3D), las paredes son modeladas como lisas. Sin embargo, en contextos agrícolas reales, los silos suelen presentar superficies corrugadas o rugosas. En este trabajo se analiza el efecto de la rugosidad de las paredes del silo sobre el caudal de descarga de materiales granulares. Para ello, se realizaron simulaciones 2D con el motor físico Box2D [1], considerando silos de diferentes radios y grados de rugosidad, manteniendo constante el área total del silo. A fin de trabajar bajo condiciones de presión estables, también se mantuvo constante la altura de la columna granular mediante la reinserción de las partículas descargadas, ubicándolas aleatoriamente sobre la parte superior del lecho. Los resultados indican que rugosidades pequeñas no afectan significativamente el caudal de descarga. No obstante, rugosidades de tamaño comparable o superior al de los granos generan una variación del caudal, especialmente dentro de un rango crítico de radios del silo. Estos hallazgos permiten comprender mejor la influencia de las condiciones de contorno en la dinámica de descarga y podrían contribuir al diseño más eficiente y seguro de silos para el almacenamiento y manipulación de materiales granulares en aplicaciones agrícolas e industriales.

[1] E. Catto, Game Developer Conference (2005), Vol. 2.

187. Detección y caracterización de las fuerzas que deforman un filamento semiflexible en el entorno intracelular

Zurdo Anael¹, Valdora Marina², Sued Mariela², Monastra Alejandro³, Bruno Luciana²

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

² *Instituto de Cálculo, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UBA-CONICET*

³ *Universidad Nacional de Gral. Sarmiento, Buenos Aires*

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 y algunas organelas (mitocondrias). Estos filamentos están sometidos constantemente a estímulos mecánicos pasivos y activos, observándose una variedad de comportamientos. 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 [1-4]. Sin embargo, determinar los estímulos que provocan dichas deformaciones a partir de estos datos representa un desafío. En trabajos recientes propusimos una metodología que permite obtener esta información a partir de la detección de outliers en el desplazamiento de los puntos materiales del filamento [5-6]. En este trabajo llevamos a cabo una evaluación sistemática de tres algoritmos basados en criterios estadísticos robustos, con el objetivo de caracterizar su eficiencia, confiabilidad y determinar la configuración óptima de sus parámetros. Efectuamos el análisis de desempeño mediante simulaciones numéricas que modelan la evolución temporal de filamentos semiflexibles, reproduciendo condiciones físico-mecánicas comparables al entorno intracelular. Posteriormente, aplicamos los métodos a datos experimentales de microscopía, lo que permitió cuantificar la fracción de actividad de distintas condiciones experimentales. Este enfoque proporciona una herramienta metodológica precisa y

reproducibile para la detección y caracterización de eventos mecánicos en sistemas biológicos complejos.

- [1] D. Brangwynne, F. MacKintosh and D. A. Weitz, *Proc. Natl. Acad. Sci.* 104 (2007) 16128.
- [2] C. Pallavicini, A. Monastra, N. González Bardeci, D. Wetzler, V. Levi and L. Bruno, *Eur. Biophys. J.* 46 (2017) 581.
- [3] A. B. Fernández Casafuz, M. C. De Rossi and L. Bruno, *J. Phys. Condens. Matter* 34 (2021) 094005.
- [4] J. Wenger, A. Brigante, A. B. Fernández Casafuz, L. Bruno and A. Monastra, *Physical Review E* 108 (2023) 064402.
- [5] A. Brigante, Tesis de Licenciatura en Cs. Físicas, FCEN, UBA (2023).
- [6] A. B. Fernández Casafuz, M. C. De Rossi and L. Bruno, *Scientific Reports* 13 (2023) 4065.

MATERIA CONDENSADA

Martes 16 y Miércoles 17 17:00 - 18:30 hs.

Sala Pettoruti, TACPA

Pósters impares se exhiben Martes 16 y pósters pares Miércoles 17

188. Dinámica de la magnetización en bicapas Py/W usando resonancia ferromagnética

Abellán Lorenzo N. S.¹, Butera A.^{1 2}, Gómez J. E.², Ma Y.^{3 4}, Yang Y.⁵, Avilés Félix L.^{1 2}

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), Nodo Bariloche

³ Department of Electrical and Computer Engineering, National University of Singapore, Singapore

⁴ National University of Singapore (Chong Qing) Research Institute, Chongqing Liang Jiang New Area, China

⁵ School of Information Science and Technology, ShanghaiTech University, China

En los últimos años se han utilizados bicapas ferromagneto-metal para la detección de la oscilación de la magnetización inducida por corrientes de espín generadas cuando se inyecta una corriente alterna a través del metal con alto acople espín-orbita. En este contexto las bicapas que usan capas delgadas de Py son candidatos ideales para el estudio de las propiedades de transporte dependiente de espín [1]. En el presente trabajo se logró cuantificar los parámetros que rigen la dinámica de la magnetización de bicapas Py(t_{Py})/W(3 nm) con $t_{Py} = 2.4, 4.8, 7.2, 9.6, 12$ nm, a través de experimentos de resonancia ferromagnética (FMR): el damping o amortiguamiento magnético (α) y el factor giromagnético (g^{Py}). Los valores del campo efectivo y de la magnetización de saturación $M_s \approx 750$ kA/m se obtuvieron a partir de la dependencia angular fuera del plano del campo de resonancia. Los experimentos de resonancia ferromagnética a frecuencia variable en un rango de frecuencias de 4 – 15 GHz permitieron determinar la dependencia del damping en función del espesor de la capa de Py, obteniéndose un valor de $\alpha = 1.6 \times 10^{-2}$ para la bicapa Py(4.8 nm)/W(3 nm). Estos valores se obtuvieron a partir de la dependencia del ancho de línea de los espectros obtenidos en los experimentos de FMR en función de la frecuencia de excitación de la magnetización. Se presentarán además los primeros resultados de la caracterización del transporte de espín obtenidos a partir de experimentos de bombeo de espín - efecto Hall de espín inverso y de resonancia ferromagnética por torque de espín.

[1] Y. Ma et al, Phys. Rev. B 111 (2025) 0904409.

189. Caracterización de nanocompuestos basados en películas delgadas mesoporosas de TiO₂ y nanopartículas de plata para su aplicación en dispositivos neuromórficos

Angoff E^{1 2}, Granja L P², Segovia G², Angelomé P C³, Halac M E²

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

² Centro Atómico Constituyentes (CAC) Villa Maipu, Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) Nuñez, Gerencia de Investigación y aplicaciones, Departamento de Física de la Materia Condensada

³ Centro Atómico Constituyentes (CAC) Villa Maipu, Comisión Nacional de Energía Atómica

(CNEA) Nuñez, Departamento de Fisicoquímica del ambiente, Gerencia Química, Gerencia de Área de Seguridad Nuclear y Ambiente

En la actualidad, en la búsqueda de sistemas que puedan procesar información de manera eficiente y con un costo de energía bajo, los dispositivos neuromórficos o la computación neuromórfica aparecen como herramientas capaces de emular comportamientos propios de un cerebro humano o un conjunto de neuronas [1]. Se ha observado que una pieza clave para la construcción de estos dispositivos son los memristores, que tienen un comportamiento eléctrico que emula el de una sinapsis biológica pudiendo replicar características tales como memoria a corto o largo plazo [2]. Este efecto se da interfaces entre dos o más materiales. Diversos sistemas han demostrado propiedades memristivas, entre ellos estructuras basadas en nanopartículas metálicas embebidas en óxidos sólidos [3], nanocables de plata [4], etc.

En general, las propiedades memristivas son altamente dependientes de variables que se pueden controlar durante el proceso de fabricación de las películas, así como de condiciones operativas de funcionamiento de los materiales. En este trabajo preparamos y caracterizamos estructural y eléctricamente un sistema nanocompuesto, basado en nanopartículas de plata (AgNPs) embebidas en películas delgadas mesoporosas de dióxido de titanio (TiO_2). Se empleó el método de síntesis sol-gel combinado con autoensamblado inducido por evaporación para preparar las películas delgadas mesoporosas [5]. Las AgNPs se sintetizaron dentro de los poros por reducción foto-catalítica [6]. En particular, estudiamos sus propiedades eléctricas para distintas concentraciones de AgNPs, con el fin de evaluar sus propiedades memristivas para su potencial aplicación en dispositivos neuromórficos.

[1] M Prezioso, F Merrih-Bayat, BD Hoskins, GC Adam, KK Likharev and DB Strukov Nature 521 (2015) 61.

[2] DB Strukov, GS Snider, DR Stewart and RS Williams Nature 453 (2008) 80.

[3] H Zhu, Z Tang, G Wang, Y Fang, J Huang and Y Zheng APL Mater. (2023) 061103.

[4] JI Diaz Schneider, PC Angelomé, LP Granja, CP Quinteros, PE Levy and ED Martínez Adv. Electron. Mater. (2022) 2200631.

[5] CJ Brinker MRS Bull. (2004) 631.

[6] ED Martínez, MG Bellino and GJ Soller-Illia ACS Appl. Mater. Inter. (2009) 746.

190. Recubrimientos metálicos de morfología variable a partir de la modificación controlada de sustratos nanoestructurados

Aguilar Agustina¹, Fernández Leandro¹, Galíndez Francisco¹, Mayorga Fabrizio², Bajales Luna Noelia^{2 1}

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

² Instituto de Física Enrique Gaviola (IFEG), CONICET

Las membranas de óxido de aluminio anódico (AAO) son un tipo de nanomaterial excepcional, con vastas posibilidades de uso en la nanotecnología. Se crean a través de un proceso llamado anodización, el cual convierte la superficie de un metal en una capa de óxido porosa y organizada de forma autónoma. Lo que hace a estas membranas especialmente valiosas es la habilidad de controlar con exactitud las dimensiones de sus poros, su espaciado y el grosor de la capa. Estas estructuras de AAO no solo son versátiles, sino que también son económicas. Sirven como plantillas nanoestructuradas, lo que permite la creación de diseños complejos sin la necesidad de utilizar costosos métodos. En este trabajo se presentan resultados de la síntesis de membranas de alúmina porosa (MAPs) [1] a partir del anodizado de aluminio ultrapuro, para diversos diámetros

de poros entre (20 y 100 nm), cuyos espesores promedios son de 1 μm . Dichas membranas se fabrican por dos estrategias de anodizado distintas para cubrir el rango de diámetros propuestos. Así, la anodización doble (AD) permite obtener MAPs con diámetro de poros de hasta 60 nm aproximadamente, mientras que por anodización fuerte (AF) se obtienen poros con 100 nm de diámetro. Para la AD se usa una fuente conmutada que puede proporcionar hasta 96 V de tensión continua, en tanto que para la AF se usa un conjunto de fuentes conmutadas y relés, controladas por tecnología Arduino. Ambas fuentes fueron diseñadas y fabricadas en el Grupo de Ciencia de Materiales de FaMAF-UNC. Se optimizan las condiciones experimentales (electrolito, pH, temperatura, tiempos de anodizado, voltaje de anodizado) para el control de la porosidad de los sustratos de alúmina y su modificación mediante el tratamiento químico con una solución de ácido fosfórico 0.3M. La superficie de las membranas modificada mediante dicho etching químico es recubierta por distintas películas metálicas (Au, AuPd, Ni y Cu), de espesor promedio 20 nm. Por un lado, se caracterizan la distribución de poros, circularidad, distancia inter-poro, cambio estructural de los canales de alúmina y espesor de la plataforma de alúmina, así como el espesor y la morfología de las películas depositadas, mientras que la composición elemental se determina por EDS. La caracterización de la morfología de cada sistema estudiado (película metálica/MAP modificada) se determina por microscopía de barrido electrónico (SEM), a partir de la cual se realiza un análisis exhaustivo de la rugosidad. El estudio de los sistemas fabricados contribuye a la comprensión de la formación de películas sobre superficies nanoestructuradas con gran área superficial de interés en aplicaciones nanotecnológicas variadas.

[1] M. A. Merlo, D. M. Arciniegas Jaimes, J. Escrig, O. Linarez Pérez and N. Bajales, Mater. Lett. 295 (2021) 129795.

191. Estructura electrónica de superficie del semimetal de Weyl PtB_2

Alonso Lemos Manuel¹, Cornaglia Pablo S.^{1 2}, Facio Jorge I.^{1 2}

¹ Instituto Balseiro (IB), San Carlos de Bariloche, Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Universidad Nacional de Cuyo (UNCuyo)

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

Las simetrías cristalinas desempeñan un papel fundamental en las propiedades electrónicas de la materia. Mientras que en algunos casos ciertas simetrías preservadas pueden dar lugar a propiedades topológicas, en otros casos éstas últimas pueden emerger como consecuencia de su ruptura. En trabajos recientes, mostramos que las propiedades topológicas del semimetal de Weyl PtBi_2 en su fase trigonal [1-3] derivan de la ruptura de simetrías de traslación, lo que permite identificar a la física de Peierls tridimensional como el marco natural para comprender su estructura electrónica [4,5]. En esta presentación, discutiremos cómo el estudio comparativo de PtBi_2 con otros sistemas relacionados que preservan dichas simetrías permite identificar las consecuencias directas de la física de Peierls en PtBi_2 . Presentaremos además modelos efectivos que capturan las propiedades topológicas y reflejan adecuadamente los respectivos roles de la física orbital y del acoplamiento espín-órbita.

[1] A. Veyrat et al, Nano Letters 23 (2023) 1229.

[2] A. Kuibarov et al, Nature 626 (2024) 294.

[3] S. Hoffmann et al, Advanced Physics Research 4 (2025) 2400150.

[4] S. Palumbo, P. S. Cornaglia and J. I. Facio. arXiv:2503.22078 (2025).

[5] S. Palumbo, P. S. Cornaglia and J. I. Facio. arXiv:2503.21063 (2025).

192. Medición de la energía de activación de reacciones de captura de CO_2 en absorbentes sólidos

Torres Mesa Eider^{1 2}, Grasso María Laura^{1 2 3}, Arneodo Larochette Pierre^{1 2 4 3}

¹ *Instituto Balseiro (IB), San Carlos de Bariloche*

² *Centro Atómico Bariloche (CAB)*

³ *Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA)*

⁴ *Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)*

La energía de activación es uno de los parámetros de interés para el estudio de una reacción química, ya que, entre otros aspectos, aporta información sobre la dependencia de la velocidad de la reacción con la temperatura. En particular, estudiar este parámetro permite avanzar en el estudio de las reacciones entre absorbentes sólidos y CO_2 , las cuales se consideran una alternativa con potencial aplicación tecnológica para la mitigación de las emisiones de CO_2 generadas por diversos procesos industriales.

Para las reacciones químicas que responden a la ley de Arrhenius, es posible estimar la energía de activación mediante el análisis de los datos experimentales aplicando el método de Kissinger. Para ello, se hace un seguimiento de la reacción química en función de la temperatura en rampas de calentamiento a distinta velocidad. En nuestro laboratorio, realizamos las mediciones mencionadas utilizando un equipo termogravimétrico (TG) y un calorímetro diferencial de barrido acoplado (DSC) con otro TG.

En este trabajo, se presentarán los resultados de energía de activación de la reacción entre CO_2 y un absorbente sólido, el ortosilicato de litio (Li_4SiO_4), el cual además fue sintetizado a partir de materiales de partida diferentes. En primer lugar se utilizaron reactivos comerciales de litio y silicio y, luego, el mineral diatomita como fuente de Si (disponible en la provincia de Río Negro). Las razones por las cuales el Li_4SiO_4 fue seleccionado como absorbente sólido de CO_2 para este estudio mediante el método de Kissinger son varias. Primero, el ortosilicato de litio posee notables propiedades para la captura de CO_2 (capacidad teórica de 36,7 % en peso) en las condiciones de trabajo adecuadas para aplicar el método de Kissinger (presiones, temperaturas). Segundo, el elevado interés tecnológico de la aplicación de este absorbente para la captura de CO_2 empleando un material disponible en la región como la diatomita.

193. Contribución de múltiples canales carga a la neutralización de Iones Li^+ retrodispersados por Superficies de MoS_2

Balsamo Thomas¹, Toledo Joaquín^{2 1}, Romero Marcelo^{3 1}

¹ *Universidad Nacional del Litoral (UNL), Facultad de Ingeniería Química (FIQ)*

² *Instituto de Matemática del Litoral (IMAL)*

³ *Instituto de Física del Litoral (IFIS)*

Se investiga teóricamente la probabilidad de neutralización de iones Li^+ en colisiones elástica sobre una superficie de MoS_2 , replicando experimentos recientes con geometría de incidencia a 45° y salida a 90° (ángulos respecto a la superficie) donde se midió el estado final de carga de los iones Li^+ (en un rango de energía de incidencia 2–8 keV) dispersados por átomos de Mo. Resultados teóricos previos, limitados al canal de neutralización 2s, reproducen datos experimentales para valores bajos de energía de incidencia (<4 keV) pero exhiben desviaciones sistemáticas a energías superiores, sugiriendo la participación del estado 2p en proximidad a la superficie. Para resolver esta discrepancias con el experimento, se analizan independientemente los canales 2s y 2p mediante la aproximación U -infinito (U : repulsión coulombiana intraatómica), incorporando fluctuaciones de espín por canal. Este enfoque evita el tratamiento computacionalmente costoso de estados correlacionados, manteniendo la física esencial. Además, la aproximación de U -infinito es apropiada ya que en los experimentos no se observa iones negativos luego de la dispersión.

La transferencia de carga resonante se modela con funciones de Green-Keldysh resueltas mediante ecuaciones de movimiento (cerradas a segundo orden en el acoplamiento proyectil-superficie). Se consideran centros dispersores de Mo y S. Los parámetros de interacción (energías de niveles y acoplamientos) se calculan con un modelo de enlace de pares que incluye: (i) interacciones electrón-electrón en campo medio y (ii) correcciones por solapamiento de funciones de onda. Cálculos preliminares identifican clusters efectivos de 13 átomos superficiales para dispersión por Mo y 14 para S. Los resultados se interpretarán mediante una teoría probabilística de procesos independientes para explicar cuantitativamente las fracciones de carga experimentales, estableciendo bases para sistemas análogos.

194. Fabricación y caracterización del óxido mixto de Ce y Dy

Barolin S¹, Roldán V¹, Imhoff L¹, Kraidy A², Gagou Y², Pellegrini N¹, Stachiotti M¹

¹ Instituto de Física Rosario (IFIR) Rosario

² Laboratoire de Physique de la Matière Condensée, University of Picardie Jules Verne, 33 Rue Saint Leu, Amiens, France

El óxido de Cerio-Dysprosio (CeDyOx) representa un dominio relativamente inexplorado dentro de los óxidos mixtos de tierras raras. Si bien se han estudiado extensamente los óxidos individuales, en particular los óxidos de cerio, la literatura científica respecto al sistema combinado es limitada, con muy pocos trabajos que consideren la síntesis y el comportamiento estructural y multifuncional del óxido mixto de Ce y Dy. Estudios previos del sistema fabricado por reacción de estado sólido reportan óxidos con comportamiento térmico complejo, solubilidad parcial y potenciales cambios de fases a temperaturas elevadas [1]. El sistema posee potencial interés en aplicaciones como fotoluminiscencia [2], catálisis y conducción iónica de iones de oxígeno [3], debido a la química de defectos de ambos cationes. En este trabajo se fabricó el óxido mixto de Ce-Dy utilizando una ruta sol-gel con nitratos de Ce y Dy como reactivos de partida y posteriores tratamientos térmicos de calcinación a 800°C y sinterización a temperaturas de entre 1200°C y 1400°C, fabricando muestras en forma de polvos y pastillas. Se estudió su evolución térmica a través de análisis térmico diferencial y termogravimétrico, (DTA/TG). Se analizó la estructura cristalina de las muestras mediante DRX y Raman y se determinó la energía de band gap mediante Uv-Vis. La caracterización eléctrica de las pastillas se realizó con un impedancímetro, entre 50 Hz y 2MHz. Se obtuvo el óxido mixto de Ce-Dy en fase cúbica FCC, con presencia otra fase minoritaria cúbica correspondiente a Dy₂O₃, lo que indicaría que se superó el límite de solubilidad del sistema. La energía de band gap EBG se ubica entre 4,5 y 5 eV, y la constante dieléctrica relativa ϵ_r es 11 a 100KHz, con una pérdida tan (δ) notoriamente alta, alrededor de 0,2.

[1] Mikušiewicz M. et al., Arch. Metall. Mater. 61 (2016) 965–969.

[2] Babu K. S. et al., J. Lumin. 232 (2021) 117850.

[3] Trovarelli A., Catal. Rev. 38 (1996) 439–520.

195. Síntesis de nanopartículas de Ag sobre la superficie de partículas BaTiO₃ para el reforzamiento de propiedades piezocatalíticas.

Roldán V.¹, Barolin S.^{1 2}, Pellegrini N.^{1 2}

¹ Instituto de Física Rosario (IFIR)

² Dpto. Física - ECEN - FCEIA, Universidad Nacional de Rosario (UNR)

En los últimos años, se ha observado una demanda creciente de estrategias orientadas a la utilización de fuentes de energías renovables y ambientalmente sostenibles, con el propósito de facilitar la ejecución de procesos inherentes a las diversas actividades humanas. En este

contexto, el crecimiento sostenido del sector industrial, impulsado por la necesidad de satisfacer las exigencias de la sociedad contemporánea, exige paralelamente la implementación de mecanismos eficaces para el tratamiento de los residuos generados, con el fin de disminuir su impacto negativo sobre el medio ambiente. Los materiales piezoeléctricos pueden contribuir a las tareas de remediación de efluentes industriales y aguas residuales provenientes de la industria manufacturera transformando energía mecánica en energía química capaz de degradar contaminantes orgánicos e inorgánicos a partir del proceso de piezocatálisis. Los cerámicos piezoeléctricos con estructura de perovskita ABO_3 son buenos candidatos para estas aplicaciones. Entre ellos se destaca el $BaTiO_3$ por su estabilidad y baja toxicidad, sin embargo puede presentar pobres rendimientos piezocatalíticos debido a su bajo coeficiente piezoeléctrico. Una posible estrategia para mejorar la piezocatálisis del BT es incorporar nanopartículas (NPs) metálicas en su superficie obteniéndose partículas cerámicas decoradas.

En este trabajo se describe el depósito de nanopartículas de Ag sobre la superficie de partículas de $BaTiO_3$ comerciales. Mediante un método de reducción solvotérmico de $AgNO_3$ se depositaron nanopartículas de plata (Ag) sobre la superficie de partículas comerciales de $BaTiO_3$ (BT). Las muestras se caracterizaron mediante microscopía electrónica de barrido (SEM), microscopía electrónica de transmisión (TEM), difracción de rayos X (DRX) y espectroscopía de absorción UV-Vis. En las imágenes de microscopía SEM y TEM se observaron partículas de $BaTiO_3$ con tamaño promedio de 230 ± 73 nm. En las imágenes TEM de las muestras de BT decoradas se observaron nanopartículas de Ag de 3 nm distribuidas uniformemente en la superficie del cerámico. Los difractogramas de rayos X se corresponden con estructura tetragonal del BT y cúbica fcc de Ag. Los espectros de absorción UV-Vis de las partículas decoradas muestran absorción en el rango visible de la luz. Se evaluó el comportamiento piezocatalítico usando un baño de ultrasonido de laboratorio como fuente de energía mecánica y el colorante azul de metileno como modelo de contaminante orgánico. La concentración del colorante en el tiempo se cuantificó adquiriendo el espectro de absorción UV-Visible en modo transmisión. Se observó que la modificación superficial de la superficie del BT con nanopartículas de Ag aumentó la actividad piezocatalítica del material. Mientras que el BT degradó el 38% del colorante después de 2h de piezocatálisis, el BT decorado con Ag degradó el 52%. Además, el porcentaje degradado aumentó hasta el 70% al duplicar la cantidad de Ag incorporada al cerámico.

196. Simulaciones micromagnéticas de nanohilos de Ni aislados

Barroso Valentina Cecilia¹, Dolz Moira Ines², Romá Federico José²

¹ Centro Atómico Bariloche (CAB), Instituto Balseiro (IB), San Carlos de Bariloche

² Instituto de Física Aplicada (INFAP), Facultad de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales (FCFMyN), Universidad Nacional de San Luis (UNSL)

Un arreglo ordenado de nanohilos ferromagnéticos de Ni puede ser sintetizado mediante la técnica de electro-deposición usando una membrana porosa de alúmina. Cuando el diámetro de estas estructuras es inferior a unos 90 nm, si se aplica un campo externo longitudinal se observa un comportamiento magnético inusual: la coercitividad H_c del sistema (el arreglo de nanohilos aún embebido en la membrana de alúmina) tiende a disminuir cuando disminuye la temperatura T . En cambio, cuando se miden los ciclos de histéresis de nanohilos de Ni aislados (usando un microsensor), se obtiene el comportamiento típico de un material ferromagnético, i. e., H_c aumenta cuando T disminuye. En principio, este fenómeno se puede explicar teniendo en cuenta que, a diferencia de lo que sucede con un nanohilo aislado, en un arreglo ordenado hay fuertes interacciones dipolares entre estas estructuras (pues están situadas muy próximas unas de las otras), y adicionalmente hay una interacción magnetoelástica entre cada nanohilo, la membrana

de alúmina y el sustrato (aluminio) sobre el cual fue crecida la muestra.

En este trabajo se realizaron simulaciones micromagnéticas para estudiar principalmente el comportamiento magnético de un nanohilo de Ni aislado. Con este fin, se utilizó un modelo que incluye interacciones de Zeeman, de intercambio, dipolares y anisotropía cúbica de campo cristalino. Los ciclos de histéresis de este sistema fueron calculados usando parámetros típicos del Ni. En particular, se determinó que la coercitividad coincide muy bien con la medida experimentalmente cuando se considera la variación real en temperatura de la constante de anisotropía. Se realizaron además simulaciones de un arreglo de nanohilos teniendo en cuenta las interacciones dipolares entre ellos. Finalmente, se introdujo al modelo una interacción magnetoelástica entre estas estructuras, la membrana de alúmina y el sustrato. Los resultados obtenidos en estas simulaciones fueron comparados con los datos experimentales disponibles en la literatura.

[1] K. M. Razeeb, F. M. Rhen and S. Roy, J. Appl. Phys. 105 (2009) 083922.

[2] M. P. Proenca, C. T. Sousa, J. Ventura, M. Vázquez and J. P. Araujo, Electrochim. Acta 72 (2012) 215.

[3] A. Kumar, S. Fähler, H. Schlörb, K. Leistner and L. Schultz, Phys. Rev. B 73 (2006) 064421.

[4] F. Meneses, S. E. Urreta, J. Escrig and P. G. Bercoff, Curr. Appl Phys. 18 (2018) 1240.

[5] C. L. A. V. Campos, A. M. do Nascimento-Junior, M. H. G. de Miranda, Y. Guerra, B. C. Viana, R. Peña-García and E. Padrón-Hernández, J. Magn. Magn. Mater. 508 (2020) 166889.

[6] E. A. Escudero Bruna, F. Romá, F. Meneses, P. G. Bercoff and M. I. Dolz. arXiv:2505.13675.

197. Remoción de amonio en aguas usando TiO_2 como fotocatalizador. Estudio teórico-experimental

Bertone Manuela¹, Lopez Larragina Guadalupe¹, Morgade Cecilia I. N.^{2 3 1}, Cabeza Gabriela F.^{2 1}

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

² Instituto de Física del Sur (IFISur) Bahía Blanca

³ Facultad Regional de Bahía Blanca (FRBB) Bahía Blanca

El amonio (NH_3) es un contaminante toxico que se encuentra habitualmente en ciertos tipos de aguas, el mismo puede significar un riesgo para la salud humana si se consume sin tratamiento previo, llegando a causar síntomas como vómitos, diarrea y problemas respiratorios [1]. Su presencia en cuerpos de agua se relaciona con múltiples fuentes como la contaminación industrial, agrícola o doméstica.

En general hay tres procesos comúnmente involucrados en la degradación de compuestos químicos: fotólisis, adsorción y fotocatalisis. La fotólisis es la descomposición química de una sustancia inducida únicamente por la absorción de luz (no requiere catalizador). La adsorción es un proceso físico o químico mediante el cual las moléculas de un gas se adhieren a la superficie de un sólido (adsorbente), sin que necesariamente ocurran transformaciones químicas. Por último, la fotocatalisis es una reacción química inducida por la luz en presencia de un fotocatalizador (como TiO_2), que genera especies reactivas (ej. radicales libres) capaces de degradar contaminantes u otras moléculas adsorbidas; combina adsorción y fotólisis: la molécula se adsorbe sobre el fotocatalizador y luego se degrada por acción de los fotoportadores generados. La degradación fotocatalítica se propone como un método factible en la descontaminación de aguas residuales para uso renovable, pero al momento existen pocos estudios donde se aplique al amonio. La fotodegradación del amoníaco mediante el uso de un catalizador de TiO_2 revela que esta reacción fotoquímica transforma el amoníaco en gases inofensivos como N_2 e H_2 [2].

El objetivo de este trabajo es estudiar experimentalmente la remoción por adsorción de amonio usando como fotocatalizador el dióxido de titanio (TiO_2) con una concentración de 1 g/L y complementar el estudio de manera teórica mediante cálculos de primeros principios empleando

el código VASP [3] enmarcado en la teoría del funcional de la densidad.

Las fuentes de amonio utilizadas para el desarrollo experimental fueron $(NH_4)_2SO_4$, NH_4OH y NH_4Cl todas en una concentración de 40 mg/L. La determinación del nitrógeno orgánico se cuantificó utilizando una destilación por arrastre de vapor conocida como el método de Kjeldahl [4]. Los resultados mostraron un 14% de remoción de amonio por adsorción. La fotocatalisis aplicando luz UV a las muestras, no arrojó resultados que mostraran una mejora significativa en la remoción de amonio con respecto a la adsorción. Por otro lado, la fotolisis favoreció la formación de nitritos y nitratos.

Con respecto al estudio teórico, se investigó la adsorción y el primer paso de disociación del amoníaco sobre la superficie de rutilo TiO_2 (110). Se observó que tanto el NH_3 como el NH_2 tienden a quimisorberse en el sitio de titanio con coordinación cinco (Ti_{5c}), mientras que el átomo de hidrógeno (H) se adsorbe preferentemente sobre el oxígeno puente (O_1). Además, se observó que el primer paso de disociación del amoníaco ($NH_3 \rightarrow NH_2 + H$) en la superficie limpia es un proceso endotérmico con una energía de 0.9 eV y sin estado de transición detectable.

[1] H. Yuzawa, T. Mori, H. Itoh, H. Yoshida, J. of Phys. Chem. C 116 (2012) 4126.

[2] J. Nemoto, N. Gokan, H. Ueno, M. Kaneko, J. of Photochem. and Photobiology A 185 (2007) 295.

[3] G. Kresse, J. Furthmüller, J. Hafner, Phys. Rev. B. 49 (1994) 14251–14269.

[4] Bradstreet, R. B. Anal. Chem. 26(1) (1954) 185-187.

198. Estudio de celdas solares de perovskita bajo iluminación artificial de interiores.

Bonnet Nina^{3 1 2}, Racca Manuel^{3 1 2}, Colomb Camila^{3 1 2}, Gómez Andrade Victoria Alejandra^{1 2}, Perez María Dolores^{1 2}

¹ Depto. de Física de la materia condensada, Centro Atómico Constituyentes (CAC)

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

³ Depto. de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN), Universidad de Buenos Aires (UBA)

Las celdas solares de perovskitas se consolidaron como excelentes candidatas para aplicaciones fotovoltaicas en condiciones de iluminación de interiores [1], siendo este uno de los motivos para perfeccionar su fabricación y caracterizar sus propiedades como dispositivos fotovoltaicos. Así, podrían integrarse en redes IoT '*Internet of things*', reutilizando la energía emitida por la iluminación de los hogares para alimentar dispositivos móviles y electrónica de bajo consumo [2]. Además, la banda prohibida de las perovskitas se puede ajustar con precisión para que coincida con los espectros de iluminación *indoor*. Las perovskitas triple catión se destacan entre las mejores alternativas para este propósito [3,4].

El presente estudio aborda, en primer lugar, la caracterización espectral y radiométrica de distintas fuentes de iluminación interior. Para ello, se seleccionaron lámparas LED (la tecnología más extendida en espacios cerrados) y se registraron sus distribuciones espectrales, comparándolos con el espectro solar estándar AM 1.5 característico de iluminación de exteriores (1 sol). Paralelamente, se determinó el intervalo de iluminancia típico en ambientes interiores (200–1000 Lux), equivalente a una densidad de potencia de aproximadamente 0,1–1 mW·cm⁻², es decir, dos órdenes de magnitud por debajo del estándar a 1 sol (100 mW·cm⁻²).

Se utilizaron celdas solares de perovskita con una configuración FTO/ TiO_2 / perovskita/ Spiro-OMeTAD/ Au, fabricadas mediante la técnica de *spin-coating*. En particular, se sintetizaron perovskitas de tipo MAPbI₃ y Triple catión Cs_{0.5}(FA_{0.83}MA_{0.17})_{0.95}Pb(I_{0.83}Br_{0.17})₃. Para ambas

variantes se registraron curvas tensión–corriente bajo iluminación estándar AM1.5 y en condiciones de luz interior.

Para ambas perovskitas las mejores eficiencias se obtuvieron bajo condiciones de iluminación interior en comparación con iluminación de exteriores. Para una celda MAPbI_3 iluminada por una LED a 200 Lux ($0,13\text{mW}\cdot\text{cm}^{-2}$) se alcanzó una eficiencia del 48%, en comparación con el 15% obtenido a 1 sol, eficiencia que se superó en todas las mediciones realizadas en condiciones *indoors*. Resultados similares se obtuvieron con la celda Triple catión, iluminando con una LED ‘full spectrum’ a 1000 Lux ($0,65\text{mW}\cdot\text{cm}^{-2}$) se registró un 190% de incremento en la eficiencia en comparación con la obtenida a 1 sol, pasando del 11,3% a un 32,25%. Además de los excelentes valores de densidad de corriente de cortocircuito $J_{sc}=440\mu\text{A}\cdot\text{cm}^{-2}$ y tensión de circuito abierto $V_{oc}=0,78\text{V}$, mientras que para la misma iluminancia pero con una LED blanca ($0,13\text{mW}\cdot\text{cm}^{-2}$) se obtuvo una $J_{sc}=130\mu\text{A}\cdot\text{cm}^{-2}$ y un $V_{oc}=0,71\text{V}$. En general, se observó una mejor respuesta bajo lámparas LED ‘full spectrum’ que tienen sus máximos de potencia en los 452nm y 645nm.

[1] Z. Guo et al, ACS Energy Lett. 8 (2023) 3258.

[2] K. Wojciechowski et al, Sol. RRL 3 (2019) 00144.

[3] M. Saliba and T. Matsui, Energy Environ. Sci. 9 (2016) 1989.

[4] D. Chong et al, Energy Technol. 8 (2019) 00804.

199. En busca de sensores de radiación de películas delgadas a partir de un sistema de deposición por láser pulsado

Borra Santarcieri Manuel¹, Favre Sofía¹, Rodriguez Mauricio¹

¹ Universidad de la República de Uruguay (UDELAR)

El óxido de aluminio (Al_2O_3) es un material ampliamente estudiado por su estabilidad química, dureza mecánica y potencial aplicación en sensores dosimétricos. En particular, las películas delgadas de Al_2O_3 han despertado interés en el desarrollo de sensores basados en termoluminiscencia (TL) y luminiscencia ópticamente estimulada (OSL). En este trabajo se busca optimizar el crecimiento de películas delgadas de Al_2O_3 sobre sustratos de Si(111) y Si(100) mediante el método de deposición por láser pulsado (PLD), con el objetivo de maximizar la señal TL. Se presentan resultados preliminares de este proceso de optimización, en los que se estudia la influencia de parámetros de crecimiento como la temperatura del sustrato, la presión parcial de oxígeno en la cámara y el tiempo de depósito. Se incluyen caracterizaciones estructurales para evaluar la calidad cristalina. Asimismo, se realizaron mediciones de TL y OSL para analizar el potencial dosimétrico de las muestras. Estos resultados iniciales permiten establecer una primera correlación entre las condiciones de síntesis, las propiedades del material y su respuesta luminiscente, sentando las bases para futuras etapas de optimización de sensores dosimétricos basados en Al_2O_3 en forma de película delgada.

200. Spin-Lattice Dynamics en nanosistemas magnéticos: de arreglos de nanopartículas a skyrmiones bajo deformación mecánica

Dos Santos Gonzalo^{2 1}, Escalante Tomás³, Bringa Eduardo^{2 4 1}, Pastor Gustavo⁵, Gallina David⁵, Gómez Albarracín Flavia⁶, Rosales Diego⁶, Flores Emiliano⁴, Parlanti Tatiana^{4 1}, Catania Carlos⁴

¹ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) Mendoza

² Facultad de Ingeniería, Universidad de Mendoza, Mendoza 5500, Argentina

³ Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza 5500, Argentina

⁴ Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza 5500, Argentina

⁵ Institut für Theoretische Physik, Universität Kassel, 34132 Kassel, Germany

⁶ *Instituto de Física de Líquidos y Sistemas Biológicos (IFLYSIB), UNLP-CONICET, Facultad de Ciencias Exactas, La Plata, Argentina*

El estudio de la dinámica de materiales magnéticos a escala nanométrica es clave para el desarrollo de nuevas tecnologías espintrónicas. En este trabajo presentamos resultados de simulaciones atomísticas que permiten acoplar los grados de libertad magnéticos y mecánicos mediante el modelo de Spin-Lattice Dynamics. En una primera línea, investigamos un arreglo triangular de nanopartículas (NPs) dispuestas hexagonalmente. Las NPs se consideran como macrospines e interactúan mediante interacciones dipolares y están sometidas a un campo magnético externo. A partir de una configuración inicial correspondiente a un mínimo de energía obtenido analíticamente, se excita al sistema, sacándolo del equilibrio a distintas temperaturas y se analizó el paisaje energético resultante tras invertir el campo y enfriar nuevamente a temperatura cero. Además, se evaluó el efecto del desorden en la disposición de las NPs sobre los mínimos de energía obtenidos. La comparación con el paisaje energético teórico permitió identificar correspondencias y posibles vías de control del sistema. En una segunda línea, estudiamos sistemas bidimensionales de skyrmiones en una red Kagome sometida a deformación uniaxial a temperatura finita. Incorporando interacciones de intercambio de tipo Heisenberg, interacciones Dzyaloshinskii-Moriya (DMI) y Zeeman, exploramos cómo la tensión o compresión mecánica modifica el número, tamaño, velocidad, difusividad y estabilidad de los skyrmiones, así como las transiciones entre diferentes fases (gas, líquido, cristal y skyrmion-antiskyrmion). Estos resultados evidencian el potencial del enfoque de Spin-Lattice Dynamics para estudiar fenómenos magnéticos complejos en un amplio rango de materiales y condiciones externas, y abren nuevas posibilidades para el control de texturas magnéticas mediante campos, temperatura y deformaciones mecánicas.

201. Aplicabilidad del modelo fenomenológico de band bending variable a materiales fotorresistivos: análisis experimental y optimización numérica del ajuste.

Brué Martina¹, Caucas Victoria¹, Sacks Alana¹, Galindez Francisco¹, Oliva Marcos^{1 2}, Zandalazini Carlos^{1 2}

¹ *Universidad Nacional de Córdoba (UNC) Córdoba Capital, Facultad de Matemática Astronomía, Física y Computación (FAMAF) Córdoba Capital, Grupo Ciencia de Materiales*

² *Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) Palermo, Instituto de Física Enrique Gaviola (IFEG) Córdoba Capital*

En el desarrollo de dispositivos tecnológicos basados en semiconductores, el *band bending* (curvado de bandas) es uno de los conceptos centrales para controlar su rendimiento. En particular, para dispositivos fotoactivos (sensores de gas, fotocatalíticos, fotoquímicos), donde los procesos de fotoexcitación/desexcitación cumplen un rol determinante, describir adecuadamente el *band bending* en superficie permite optimizar tanto su desempeño como así también visualizar potenciales mejoras en nuevos materiales fotorresistivos [1].

En este trabajo presentaremos un estudio sistemático sobre la aplicabilidad de un modelo fenomenológico de *band bending* variable [2], considerando mediciones de fotocorriente en microhilos de ZnO con diferentes concentraciones de defectos puntuales, y bajo diferentes condiciones de entorno. El análisis de datos involucró el desarrollo y optimización de un software de ajuste, y la implementación de una extensión del modelo inicial para lograr la descripción de fenómenos rápidos de relajación.

[1] Z. Zhang, J. T. Yates, Chem. Rev. 112 (2012) 5520–5551.

[2] J. C. Moore, C. Thompson, Sensors 13 (2013) 9921–9949.

202. Estudio de las interacciones magnéticas en espinelas AB_2O_4 ($A = \text{Zn, Cd}$; $B = \text{Fe, Cr}$) mediante DFT+U y el modelo de Heisenberg

Brusasco C. G.^{1 2}, Errico L. A.^{1 2 3}, Gil Rebaza A. V.^{1 2}

¹ Instituto de Física de La Plata (IFLP)

² Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Plata (UNLP)

³ Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires (UNNOBA)

Las ferritas ($A\text{Fe}_2\text{O}_4$) y cromitas (ACr_2O_4) son óxidos semiconductores que cristalizan en la estructura espinela y presentan una amplia variedad de propiedades magnéticas [1]. Además del interés básico, tienen potenciales aplicaciones en espintrónica y sistemas magneto-ópticos [2,3]. En este trabajo presentamos un estudio teórico mediante cálculos de primeros principios basados en teoría de la funcional densidad (DFT). En particular se estudiaron las ferritas $A\text{Fe}_2\text{O}_4$ y las cromitas ACr_2O_4 ($A = \text{Zn, Cd}$). Nuestro estudio se enmarca en la necesidad de comprender ciertos resultados contradictorios en la literatura reportados por Yaresko [1] y Lal y Pandey [4]. En el estudio se empleó la aproximación del gradiente generalizado (GGA) y GGA+U, estudiándose el efecto del parámetro U sobre el acoplamiento magnético empleando dos formalismos diferentes: pseudopotenciales+ondas planas y el bien establecido full-potential linearized augmented plane-waves (FP-LAPW). Las energías obtenidas para distintas configuraciones magnéticas se mapearon a un modelo de espines clásico de Heisenberg, del cual se obtuvieron las constantes de acoplamiento magnético J_i . A partir del estudio comparativo de estos sistemas determinamos el rol de la estructura, del catión magnético y del no magnético sobre el acoplamiento magnético.

[1] A. N. Yaresko, Physical Review B 77 (2008) 115106.

[2] A. P. Ramirez et al, Nature 286 (1997) 156.

[3] J. Hemberger et al, Nature 434 (2005) 364.

[4] S. Lal and S. K. Pandey, Physics Letters A 381 (2017) 917.

203. Estudio teórico de electrolitos sólidos tipo Garnet: el caso de LLZO

Seitz Hernán^{2 1}, Frechero Marisa A.^{3 4}, Cabeza Gabriela F.^{2 1}

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

² Instituto de Física del Sur (IFISur)

³ Instituto de Química del Sur (INQUISur)

⁴ Universidad Nacional del Sur (UNS), Departamento de Química

Los numerosos dispositivos electrónicos y vehículos eléctricos de la actualidad aumentan la demanda mundial de baterías cada vez más eficientes y seguras. En el desarrollo de nuevas baterías, las de estado sólido aparecen como una posible opción para reemplazar a las actuales baterías de litio con electrolitos líquidos. La investigación aborda desafíos clave, particularmente la necesidad de electrolitos con alta conductividad iónica de litio y excelente estabilidad electroquímica. Las baterías de estado sólido utilizan electrolitos de estado sólido, siendo prometedoras por seguridad y densidad de carga. Uno de los electrolitos de estado sólido más estudiados en la actualidad es el LLZO ($\text{Li}_7\text{La}_3\text{Zr}_2\text{O}_{12}$) con estructura tipo Garnet. El LLZO cristaliza en dos fases estables: una cúbica con una distribución desordenada de Li^+ y otra tetragonal, con una distribución ordenada [1]. A partir de la estructura tetragonal se investigaron los cambios producidos en las propiedades debido al reemplazo del ión Li por el ión Na. En este trabajo, presentamos los resultados teóricos obtenidos empleando el código VASP [2] enmarcado en la

Teoría del Funcional Densidad (DFT). El estudio se centra en el análisis tanto de la estructura como de las propiedades electrónicas y ópticas de estos materiales, que son cruciales para su aplicación en baterías de estado sólido. En particular, se explora cómo variaciones en la composición y la estructura de LLZO influyen en la difusión de iones de litio.

[1] A. J. Samson, K. Hofstetter, S. Bag and V. Thangadurai, *Energy Environ Sci.* 12 (2019) 2957.

[2] G. Kresse, J. Furthmüller, *Phys. Rev. B* 54 (1996) 11169.

204. Estudio de las propiedades magnéticas y estructurales de la aleación Heusler Cu_2FeAl obtenida por melt spinning

Calisaya C. D.¹, Escrig J.², Zandalazini C. I.^{1 3}, Oliva M. I.^{1 3}

¹ *Grupo de Ciencia de los Materiales, Facultad de Matemática, Astronomía, Física y Computación (FAMAF), Universidad Nacional de Córdoba (UNC)*

² *Departamento de Física, Facultad de Ciencia, Universidad de Santiago de Chile (USACH)*

³ *Instituto de Física Enrique Gaviola (IFEG), Córdoba Capital, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)*

Las aleaciones Heusler presentan propiedades interesantes, como la semimetalicidad y efectos de memoria de forma magnética, además de su potencial aplicación en espintrónica. Su composición característica es del tipo X_2YZ , donde X e Y son metales de transición y Z es generalmente un metal (Al, In, Sn, etc.). Sin embargo, la aleación Heusler Cu_2FeAl ha sido poco estudiada en la literatura, ya que el Fe ocupa el sitio Y en lugar del sitio X tradicional. En este trabajo, se estudia cómo la velocidad del rodillo afecta la estructura y las propiedades magnéticas de la aleación Heusler Cu_2FeAl obtenida mediante la técnica de melt spinning. Se produjeron tres muestras a diferentes velocidades de rodillo ($v_R = 20$ m/s, 25 m/s y 30 m/s) y se sometieron a tratamientos térmicos (TT) a $T = 227$ °C durante 1, 2, 4, 6 y 8 horas, y a $T = 800$ °C durante 3 y 8 horas. Los diagramas de difracción de rayos X indican que las muestras sin tratamiento térmico (TT) son ligeramente cristalinas, pero no presentan la fase deseada, la cual cristaliza después de los tratamientos térmicos. La fase Cu_2FeAl se detecta después del TT a 800 °C, mostrando los picos de ordenamiento L21. Las propiedades magnéticas se estudiaron mediante la medición de ciclos de histéresis. Se observó que la coercitividad se conserva hasta en un 10 % de su valor inicial tras el tratamiento térmico, y que la magnetización de saturación alcanza valores ligeramente superiores.

205. Disociación molecular inducida por corriente: aislantes topológicos como plataformas de reacción robustas

Mehring Erika L.^{1 2}, Berdakin Matias^{3 4}, Calvo Hernán L.^{1 2}

¹ *Instituto de Física Enrique Gaviola (IFEG) Córdoba Capital*

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

³ *Instituto de Investigaciones en Físico-Química de Córdoba (INFIQC) Córdoba Capital*

⁴ *Facultad de Ciencias Químicas (FCQ) Córdoba Capital*

El proceso de catálisis en la nanoescala a menudo depende de la capacidad de manipular enlaces químicos moleculares mediante la interacción con un sustrato. En este contexto, el uso de materiales topológicos [1] como plataformas catalíticas ha generado un creciente interés, dando lugar al campo emergente de la *topocatálisis*. Estos materiales presentan estados de superficie robustos y protegidos por simetría que pueden persistir en presencia de desorden, ofreciendo una nueva vía para estabilizar y mejorar los procesos catalíticos en condiciones no ideales [2].

Una posibilidad particularmente interesante es el uso de estos estados topológicos para impulsar la disociación de moléculas en condiciones de no equilibrio mediante mecanismos inducidos por corriente [3]. Con este fin, estudiamos la disociación molecular inducida por corriente en el borde de materiales bidimensionales (nanocintas). Para ello, analizamos la ocupación de estados enlazantes/antienlazantes y fuerzas inducidas por corriente [4] en una molécula diatómica acoplada a un borde de la cinta. Utilizando el formalismo de funciones de Green de no equilibrio, comparamos un sustrato de grafeno prístino con el modelo de Kane-Mele, este último compatible con estados de borde topológicos. Las energías de los estados enlazante y antienlazante de la molécula se encuentran dentro del gap topológico del modelo Kane-Mele, mientras que en el grafeno coexisten en una región de estados extendidos. Observamos que la aplicación de un voltaje produce una ocupación significativa del estado antienlazante y, simultáneamente, una desocupación del estado enlazante, desestabilizando así el enlace molecular. Cabe destacar que, mientras que en muestras limpias ambos sustratos promueven la ocupación antienlazante, al introducir vacancias observamos que el modelo Kane-Mele mantiene una alta ocupación del estado antienlazante, mientras que en el grafeno esta disminuye drásticamente. Esto demuestra una forma de protección topológica en el mecanismo de disociación en condiciones de no equilibrio, lo que abre una ruta prometedora hacia una actividad catalítica robusta en materiales topológicos.

[1] J. E. Moore, *Nature* 464, 194 (2010).

[2] Q. Yang et al., *The Innovation Materials* 1, 100013 (2023).

[3] B. C. Stipe et al., *Phys. Rev. Lett.* 78, 4410 (1997).

[4] N. Bode et al., *Phys. Rev. Lett.* 107, 036804 (2011).

206. Origen de las propiedades memristivas en interfaces metal-polímeros conductores

Casanovas Milagros¹, Alonso Carra Simón¹, Paciaroni Gabriel^{3 2}, Antonel P. Soledad², Acha Carlos³

¹ *Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Departamento de Física, Laboratorio 6 y 7*

² *Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, DQIAQF/INQUIMAE*

³ *Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Departamento de Física, Laboratorio de Bajas Temperaturas*

Los memristores son dispositivos electrónicos basados en el fenómeno de resistive switching (RS). Este consiste en la variación reversible de una resistencia eléctrica entre dos o más valores bajo la acción de un campo eléctrico o una corriente alta [1]. Esto hace que sea útil en aplicaciones de memoria no volátil o para su uso en circuitos que emulan el funcionamiento eléctrico de sistemas nerviosos.

Se han hallado diversos materiales, tanto orgánicos como inorgánicos e híbridos, con propiedades de RS [1]. Los memristores a base de óxidos de metales de transición poseen una limitación relacionada con el módulo de Young, por lo que se ha despertado un interés en materiales orgánicos, como los polímeros conductores, que permiten sintetizar memristores flexibles y biocompatibles [2]. Estos últimos son polímeros de base orgánica que pueden actuar como semiconductores o como conductores eléctricos.

En este trabajo se investigó el origen de las propiedades memristivas en films de polianilina (PANI) soportados sobre platino, sintetizados mediante voltamperometría cíclica bajo diferentes condiciones. Se varió el número de ciclos, el rango de voltajes utilizados, y el estado de oxidación en el que se dejó a las muestras para el análisis. Estas fueron luego sometidas a un conjunto de caracterizaciones eléctricas, observándose dos estados de resistencia bien definidos y ciclos de

histéresis, y sin degradación apreciable en los test de durabilidad. El análisis de los tiempos de relajación bajo distintos regímenes de pulsos permitió distinguir comportamientos de memoria volátil y no volátil según la polaridad. Las propiedades eléctricas se complementaron con estudios por espectroscopía de impedancia, cuyos resultados se ajustaron mediante circuitos equivalentes que incluyeron elementos de fase constante, y con análisis morfológico y composicional por microscopía electrónica de barrido y espectroscopía EDS. La evidencia de migración de especies químicas tras la aplicación de voltajes demostró cómo las modificaciones en el grado de dopado de la PANI explican el cambio resistivo observado, esclareciendo así el mecanismo memristivo en estos materiales.

[1] J. S. Lee, S. Lee and T. W. Noh, *Applied Physics Reviews* 2 (2015) 031303.

[2] Y. Xiao, B. Jiang, Z. Zhang, S. Ke, Y. Jin, X. Wen and C. Ye, *Science and technology of advanced materials* 24 (2023) 2162323.

207. Dinámica anisotrópica de vórtices en superconductores con fase nemática

Castillo Menegotto Francisco^{2 1}, Severino Ramiro S.^{2 1}, Mininni Pablo D.^{1 3}, Fradkin Eduardo⁴, Bekeris Victoria^{2 1}, Pasquini Gabriela^{2 1}, Lozano Gustavo S.^{2 1}

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

² *CONICET - Universidad de Buenos Aires, Instituto de Física de Buenos Aires (IFIBA). Buenos Aires, Argentina*

³ *CONICET - Universidad de Buenos Aires, Instituto de Física Interdisciplinaria y Aplicada (INFIA). Buenos Aires, Argentina*

⁴ *Department of Physics and Institute for Condensed Matter Theory, University of Illinois at Urbana-Champaign, USA*

El descubrimiento de superconductividad en materiales basados en hierro (FeSCs) por Kamihara *et al.* en 2008 despertó gran interés en la comunidad, dado que hasta el momento se asumía que el hierro era tan tóxico para la superconductividad como lo es el arsénico para los humanos. Los FeSC proporcionan un escenario que, si bien supone un reto, permite explorar en profundidad fenómenos como la nematicidad electrónica, la criticidad cuántica, las correlaciones selectivas de orbitales y la superconductividad topológica. Una de las propiedades más notables de estos compuestos es la aparición de anisotropías en las propiedades ópticas y de transporte que teóricamente han sido vinculadas con la existencia de fases nemáticas electrónicas. El orden nemático en un sólido cristalino implica una ruptura espontánea de la simetría subyacente, favoreciendo la orientación en un eje cristalino particular. Esta ruptura espontánea de simetría ha mostrado en varios superconductores de este tipo estar interrelacionado con el orden superconductor [1]. Incluso se ha postulado que este acoplamiento podría estar relacionado con el origen de la superconductividad en estos compuestos.

Las propiedades de los superconductores tipo II están principalmente determinadas por la dinámica y configuraciones del sistema de vórtices. De mediar un acople entre el orden nemático y el superconductor, tanto la morfología de los vórtices en el estado mixto, como su dinámica e interacción con paredes de dominio nemáticas deberían verse reflejadas, entre otras cosas, en anisotropías en la magnetorresistencia del estado mixto superconductor. Para investigar esto, analizamos la anisotropía del flujo de vórtices en la fase de Abrikosov de superconductores nemáticos, enfocándonos en los efectos del acople entre el orden nemático y el orden superconductor sobre la dinámica de vórtices. Utilizando simulaciones numéricas basadas en métodos pseudo-espectrales [2-5] dentro del enfoque de Ginzburg-Landau dependiente del tiempo (TDGL) [6], calculamos la viscosidad de los vórtices en un modelo con un parámetro de orden superconductor tipo

s-wave acoplado a un parámetro de orden nemático tipo *Ising*, apropiado para sistemas con simetría C_4 . Nuestros resultados indican que la nematicidad induce una anisotropía significativa en la resistividad por flujo de vórtices (*flux-flow*), la cual depende tanto de la anisotropía en la forma del núcleo del vórtice como de la anisotropía resistiva de la fase normal, además de verse fuertemente influenciada por el carácter competitivo-cooperativo entre ambos parámetros de orden [7]. Discutimos las implicancias de estos hallazgos en la identificación de superconductividad nemática dentro de la fase superconductora.

[1] Kivelson, S., Fradkin, E. and Emery, V. *Nature* 393, 550–553 (1998).

[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. Schmid, *Phys kondens Materie* 5, 302–317 (1966).

[7] F. Castillo Menegotto et al, *Phys. Rev. B* (en Referato).

208. Adsorbatos moleculares en interacción con los materiales topológicos Bi_2Se_3 y MnBi_2Te_4

Castro Julian Alejandro^{1 2 3 4}, Vildosola Verónica^{1 2 4}

¹ *Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA)*

² *Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)*

³ *Universidad de Buenos Aires (UBA)*

⁴ *Instituto de Nanociencia y Nanotecnología (INN)*

El seleniuro de bismuto (Bi_2Se_3) es un aislante topológico que presenta estados electrónicos en la superficie protegidos por las propiedades topológicas del bulk. Las bandas de dichos estados poseen una dispersión lineal tipo cono de Dirac, donde la metalicidad está protegida por la simetría de inversión temporal. Por otro lado, el MnBi_2Te_4 es un aislante topológico antiferromagnético, cuyo cono de Dirac muestra un gap de energía debido a la ruptura de dicha simetría. Este trabajo explora el potencial de estos materiales en aplicaciones catalíticas analizando la adsorción de moléculas pequeñas como CO, NO y O_2 . Se estudiaron los efectos de dicha adsorción sobre la superficie (0001) de Bi_2Se_3 y MnBi_2Te_4 mediante cálculos de primeros principios basados en la teoría funcional de la densidad (DFT), analizando los cambios estructurales y electrónicos. Para ello, se construyeron slabs con 5 capas quintuples (QLs) en el caso de Bi_2Se_3 y 6 capas séptuples (SpLs) para el MnBi_2Te_4 . Las densidades de estados y estructuras de bandas fueron obtenidas, proyectando las funciones de onda sobre las distintas capas para identificar cambios en los estados topológicos superficiales y determinar su distribución espacial en el slab. Los resultados sobre el Bi_2Se_3 muestran que estas moléculas se adsorben débilmente sobre la superficie como suele ocurrir en varios óxidos. Existe una transferencia de carga neta del sustrato a las moléculas de CO y O_2 , evidenciada en la expansión de sus enlaces moleculares. Por otro lado, el NO, cuyo HOMO está más cerca del nivel de Fermi, presenta un intercambio de carga y reestructuración diferentes. En cuanto al MnBi_2Te_4 , la energía de adsorción del CO es mayor que en el caso del Bi_2Se_3 consistentemente con una mayor expansión del enlace molecular. Por otro lado, el NO cede carga al sustrato, acompañado de una expansión del enlace molecular más pronunciada y una mayor energía de adsorción que en el resto de los sistemas. Finalmente se observa que a pesar de ser una molécula magnética, el NO no induce cambios significativos en el gap de los estados topológicos superficiales del MnBi_2Te_4 . Este estudio aporta información relevante sobre la interacción entre dímeros y estados de superficie topológicos, con implicancias para sus aplicaciones catalíticas.

209. Susceptibilidad magnética como herramienta de identificación de aceros y aluminios industriales

Celman Mariana¹, Bonin Claudio Julio^{2 3}, Bonetto Fernando José^{2 3}

¹ Facultad de Ingeniería Química (FIQ), Santa Fe Capital

² Instituto de Física del Litoral (IFIS), Santa Fe Capital

³ Departamento de Física, Facultad de Ingeniería Química (FIQ), Santa Fe Capital

Este trabajo explora la viabilidad de distinguir distintas aleaciones industriales de aluminio y acero inoxidable a partir de sus valores de susceptibilidad magnética, utilizando para ello un equipo de bajo costo diseñado y construido íntegramente en el Laboratorio de Física de Superficies e Interfaces (LASUI) del IFIS [1]. Este equipo permite determinar la susceptibilidad magnética volumétrica de sustancias con una respuesta magnética débil, aspecto que, si bien no comprometió el análisis de las aleaciones de aluminio, si limitó el estudio de aceros inoxidables, restringiéndolo a aceros austeníticos, de naturaleza paramagnética [2]. Con el fin de corroborar la precisión del método de medición empleado, se determinó el valor de χ para una muestra de Al de alta pureza (99.9999%), obteniéndose una susceptibilidad volumétrica del $(2.08 \pm 0.10) \times 10^{-5}$, en excelente acuerdo con el valor tabulado [3] de $(2.08 \pm 0.2) \times 10^{-5}$. La similitud entre estos valores evidencia la precisión y confiabilidad de la técnica empleada.

Las aleaciones de aluminio evaluadas fueron recolectadas en distintos comercios de la ciudad de Santa Fe, y, siguiendo la norma IRAM 681:2014, se las identifica como 1050, 2005, 2007, 5083, 6061 y 6063. Los valores de susceptibilidad magnética volumétrica obtenidos se ubicaron en el rango de 1.4 a 1.9×10^{-5} . El análisis de los errores asociados indica que es posible distinguir entre estas aleaciones utilizando esta propiedad magnética como criterio de diferenciación.

En cuanto a los aceros inoxidables, se analizaron muestras de aceros AISI 304, 304L, 316 y 316L. Se obtuvieron valores de susceptibilidades magnéticas volumétricas en el orden entre 5 y 55×10^{-3} , donde el análisis de los errores asociados indicó que estas aleaciones pueden distinguirse entre sí. También se observó que, para estos aceros, el proceso de conformado influye significativamente en el valor de susceptibilidad: para una misma aleación las muestras sometidas a un proceso de mayor deformación (como chapas en comparación con barras) presentaron valores de susceptibilidad mayores. Se estudió también el efecto de tratamientos superficiales sobre la susceptibilidad magnética de ciertas aleaciones. Para el acero 304L, se evaluó el efecto de un tratamiento de endurecimiento superficial denominado *shot peening*, donde se observó un incremento en la susceptibilidad magnética, asociado a la formación de fase martensita por deformación en frío [2]. Por otro lado, se analizó una muestra de acero AISI 316L nitrurado, donde se observó que este tratamiento termoquímico da lugar a un significativo aumento (de hasta un orden de magnitud) en la χ del material. Este efecto está asociado a la formación de distintos nitruros ferrosos, fuertemente ferromagnéticos, que surgen a raíz de éste tratamiento termoquímico [4].

[1] C. J. Bonin and F. J. Bonetto, IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement 71 (2022) 6002510.

[2] J. R. Davis 1994. ASM Specialty Handbook Stainless Steels. ASM International. USA.

[3] D. R. Lide 2010. CRC Handbook of Chemistry and Physics. CRC Press. Boca Raton, FL, USA.

[4] R. L. O. Basso et al, J. Appl. Phys. 105 (2009) 124914.

210. Efecto del codopaje y desorden estructural sobre las propiedades termoeléctricas de aleaciones Ge-Te en fases cúbica y trigonal

Chucchucan Gonzalez Santos Lizeth¹, Mudarra Azucena^{1 2 3}, Faccio Ricardo⁴, Errico Leonardo^{1 2 3}

¹ *Instituto de Física de La Plata (IFLP)*

² *Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires (UNNOBA)*

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

⁴ *Área de Física y Centro NanoMat, DETEMA, Facultad de Química, Universidad de la República de Uruguay (UDELAR)*

En este trabajo se estudian las propiedades termoeléctricas (TE) de aleaciones basadas en Ge-Te dopadas con antimonio (Sb), estaño (Sn) y con distintas configuraciones de vacancias de germanio (Ge), en sus fases cúbica (Fm-3m) y trigonal (R3m), mediante cálculos de primeros principios y teoría semiclasica del transporte electrónico. Se evalúa el efecto combinado del codopaje y de las vacancias sobre la estructura electrónica, los coeficientes de transporte y la figura de mérito termoeléctrica ZT. Dado que el sistema presenta un alto grado de desorden, originado por las múltiples posibles ubicaciones de dopantes y vacancias, se consideran diversas distribuciones de dopantes y vacancias en la subred de sitios Ge para determinar el efecto del desorden sobre la eficiencia termoeléctrica. Los resultados revelan que la estructura prístino, en ausencia de vacancias, exhibe valores elevados de ZT en ambas fases, pero son estructuralmente inestables. La introducción de vacancias de Ge estabiliza las estructuras, pero conlleva una disminución significativa en el desempeño termoeléctrico. Para contrarrestar este efecto, se exploran estrategias de dopaje con Sb y Sn, cuyo impacto se analiza en términos de la modificación y convergencia de la estructura de bandas y el efecto sobre las conductividades térmica y electrónica. El dopaje adecuado favorece la optimización de las propiedades electrónicas y térmicas, permitiendo alcanzar valores de ZT superiores a 1.7. Estos resultados destacan la importancia de un control de la estructura de defectos y del orden estructural para el diseño racional de materiales termoeléctricos de alto rendimiento.

211. Skyrmiones antiferromagnéticos cuánticos en la red triangular

Corte Inés^{1 2}, Holik Federico¹, Rebon Lorena^{1 2}, Gómez Albarracín Flavia^{3 2}

¹ *Instituto de Física de La Plata (IFLP)*

² *Departamento de Ciencias Básicas, Facultad de Ingeniería (FI), Ciudad de La Plata*

³ *Instituto de Física de Líquidos y Sistemas Biológicos (IFLYSIB), Ciudad de La Plata*

Los skyrmiones magnéticos son cuasipartículas topológicas que generan interés por sus potenciales aplicaciones tecnológicas. En particular, los skyrmiones antiferromagnéticos son candidatos a portadores de información de futuros dispositivos de almacenamiento de datos. El descubrimiento experimental de skyrmiones de tamaño nanométrico dio lugar a diversos trabajos sobre análogos cuánticos de los skyrmiones ferromagnéticos clásicos en distintos modelos de espines. En este trabajo exploramos las distintas fases del modelo de Heisenberg cuántico de espín 1/2 con interacción de Dzyaloshinskii-Moriya (DM) en la red triangular utilizando el algoritmo de grupo de renormalización de la matriz densidad (DMRG). Estudiamos propiedades de los estados fundamentales obtenidos, como la polarización, la quiralidad y el entrelazamiento, para caracterizarlos y hallar signos de un análogo cuántico de los skyrmiones antiferromagnéticos.

212. Mecanismos de nucleación y crecimiento de películas de ZnO obtenidas por electrodeposición: relación con su morfología y propiedades ópticas

Melia Lucas^{1 2}, Ventre Josefina³, Candreva Angela¹, Juncal Luciana¹, Gallegos María Victoria⁴, Ibañez Francisco³, Damonte Laura¹

¹ *Instituto de Física La Plata (IFLP), Universidad Nacional de La Plata - CONICET*

² *Facultad de Ingeniería (FI), Ciudad de La Plata*

³ *Instituto de Investigaciones Fisicoquímicas Teóricas y Aplicadas (INIFTA), Ciudad de La Plata*

⁴ *Centro de Investigación y Desarrollo en Ciencias Aplicadas (CINDECA), Ciudad de La Plata*

La electrodeposición (ED) de películas de oro es una técnica todavía poco explorada que carece de una metodología sencilla y unificada en la literatura científica. En este trabajo se procedió a optimizar parámetros (diferencia de potencial, tiempo de deposición, agitación y tratamiento térmico) para lograr una cobertura uniforme con características morfológicas y ópticas controladas. Al aplicar un potencial de -300 mV durante 5 minutos con agitación se consigue un depósito óptimo con dos tamaños predominantes de nanopartículas de Au. Esta distribución bimodal favorece la ampliación de la banda de absorción en el espectro visible, desde alrededor de 500 nm hasta cerca de 650 nm, relevante para aplicaciones ópticas que requieren una absorción amplia y eficiente. En este sentido, combinado con ZnO, semiconductor ampliamente utilizado, permite obtener fotocatalizadores en un rango extenso de absorción (UV-vis). Se crecieron también por ED heteroestructuras ITO/Au/ZnO e ITO/ZnO analizando los mecanismos de nucleación y crecimiento y su relación con las nanoestructuras obtenidas. El modelo Scharifker-Hills permite analizar transitorios crono-amperométricos normalizados para identificar el tipo de nucleación —instantánea o progresiva— bajo control difusional, comparando los datos experimentales con curvas teóricas. Para el sustrato ITO/Au, la nucleación de ZnO se ajusta al modelo de nucleación instantánea, indicando que la capa delgada de oro incrementa significativamente la densidad de sitios activos para la nucleación en tiempos muy cortos. Esto se refleja en parámetros cinéticos como un tiempo máximo (t_{max}) menor y una corriente máxima (i_{max}) mayor, señalando un establecimiento rápido del régimen limitado por difusión. Por otro lado, cuando el ZnO se deposita sobre ITO sin la capa de oro, el comportamiento se asemeja más a una nucleación progresiva, donde la formación de núcleos ocurre de manera continua durante un periodo más largo debido a la menor densidad de sitios energéticamente favorables. Estas diferencias en los mecanismos de nucleación se reflejan también en la morfología observada por microscopía electrónica de barrido (SEM). En el sistema ITO/Au/ZnO, el ZnO presenta una estructura característica de nanocolumnas hexagonales continuas y homogéneas, que cubren el sustrato completamente. Sin embargo, estas nanocolumnas no siempre crecen en orientación perpendicular, mostrando en cambio una variedad de inclinaciones y cierto desorden estructural. En contraste, cuando se deposita oro sobre la superficie de ZnO (ITO/ZnO/Au), la cobertura no es tan compacta ni continua; en lugar de una película uniforme, el oro aparece en forma de nanopartículas aisladas distribuidas sobre la superficie, dejando áreas de ZnO expuestas. Esta diferencia se relaciona con la mayor rugosidad y menor conductividad eléctrica de la superficie de ZnO en comparación con ITO, lo que dificulta la deposición homogénea del metal. Las diferencias morfológicas encontradas entre los distintos sistemas afectan de manera directa las propiedades interfaciales y, por ende, el rendimiento fotoelectroquímico de los electrodos. La cobertura completa y la distribución de nanopartículas influyen en el área superficial efectiva disponible para reacciones electroquímicas, así como la estabilidad y eficiencia de los dispositivos. Además, estas características afectan las propiedades ópticas, como la absorción espectral, lo que es fundamental para aplicaciones en celdas solares, sensores y dispositivos optoelectrónicos. En conclusión, la investigación destaca la importancia de la elección del sustrato y la optimización de parámetros en la electrodeposición para lograr electrodos con propiedades controladas, adaptables a diferentes aplicaciones tecnológicas. La combinación de una capa metálica como Au sobre ITO favorece la nucleación instantánea de ZnO y un crecimiento más uniforme, mientras que la deposición inversa de Au sobre ZnO genera un recubrimiento menos denso que limita ciertas propiedades funcionales,

lo que debe considerarse en el diseño de sistemas materiales para mejorar su desempeño.

213. Reciclado de paneles solares basados en Si

Barrios Pinares Héctor Félix¹, Meyer Marcos², Gallegos María Victoria³, Damonte Laura²

¹ *Universidad Tecnológica Nacional (UTN), La Plata*

² *Instituto de Física de La Plata (IFLP)*

³ *Centro de Investigación y Desarrollo en Ciencias Aplicadas (CINDECA), Ciudad de La Plata*

La apremiante necesidad de mitigar el cambio climático ha llevado al uso de fuentes de energía alternativas y sostenibles, entre ellas la energía solar basada en la conversión fotovoltaica. En las últimas décadas se ha observado una proliferación significativa de la instalación de paneles solares fotovoltaicos, pero dada su limitada vida útil (20 y 25 años) se plantea resolver la disposición final de los paneles solares que presenta desafíos ambientales significativos. Estos paneles contienen no solo elementos valiosos que pueden potencialmente ser reciclados y reusados, sino también materiales dañinos para la salud y el ambiente. Los sistemas fotovoltaicos basados en silicio cristalino presentan algunas ventajas, tales como su alta eficiencia, abundancia de silicio y el hecho de ser una tecnología conocida a nivel comercial. Sin embargo, el silicio cristalino tiene algunas limitaciones, como la gran cantidad y pureza de silicio que se necesita y el costoso y contaminante proceso de purificación. Entonces, la recuperación de los diversos componentes de celdas solares es de importancia dado el costo, escasez y alta contaminación de los diversos constituyentes. Los elementos contenidos en estos residuos deben ser tratados dado que son una problemática que sobrepasa los límites de las regiones, siendo que una mala disposición final de los mismos puede originar graves problemas ambientales. Se necesita un método ecológico sencillo y amigable con el ambiente para reciclar los dispositivos fotovoltaicos al final de su vida útil. En consecuencia, presentamos un procedimiento eficiente para la recuperación de los materiales que componen estos paneles, con especial énfasis en la recuperación del silicio, un elemento crucial en la industria electrónica y de la energía, como también contribuir al desarrollo de una economía circular en el sector de la energía solar, minimizando el impacto ambiental asociado al desecho de estos equipos y promoviendo la reutilización de recursos valiosos. El reciclaje de estos residuos es fundamental para recuperar recursos, reducir la demanda de materias primas y minimizar el impacto ambiental. Las propiedades estructurales del Si recuperado fueron analizadas por una variedad de técnicas tales como difracción de rayos X (DRX), espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier (FTIR) y espectroscopia Raman. Los resultados obtenidos muestran que el material recuperado presenta una alta pureza, mostrando en diversas aplicaciones similares prestaciones a la de un material comercial. Contribuimos de esta manera a mitigar el impacto ambiental al cumplir con los principios fundamentales de la sostenibilidad industrial: reducir, reutilizar y reciclar.

214. Correcciones a la masa debido a fuerzas electrónicas

Deghi Sebastian E.^{1 2}, Bustos-marún Raúl A.^{3 2}, Calvo Hernán L.^{1 2}

¹ *Facultad de Matemática, Astronomía, Física y Computación (FAMAF), Universidad Nacional de Córdoba (UNC)*

² *Instituto de Física Enrique Gaviola (IFEG), Córdoba Capital*

³ *Facultad de Ciencias Químicas (FCQ), Universidad Nacional de Córdoba (UNC)*

El sostenido avance tecnológico en la escala nanoscópica ha despertado un creciente interés en el desarrollo de nuevos dispositivos nanoelectromecánicos, donde los efectos cuánticos empiezan a participar en la dinámica, mediante una escala temporal electrónica, cuya respuesta es más rápida

que la escala mecánica característica. Esta separación temporal resulta útil en el estudio teórico de estos dispositivos, ya que permite realizar una expansión adiabática de las fuerzas electrónicas involucradas. El primer término de la expansión corresponde a la fuerza adiabática, mientras que el segundo contiene la fricción electrónica [1]. No obstante, la comprensión de los términos de orden superior aún no se ha profundizado lo suficiente [2]. En el presente trabajo, utilizamos el formalismo de funciones de Green de no-equilibrio para estudiar la expansión adiabática de las fuerzas electrónicas. En particular, nos concentramos en el segundo orden de la expansión, que incluye una corrección a la masa del dispositivo mecánico debida a efectos electrónicos. Para ilustrar el rol de estas correcciones, proponemos como modelo mínimo un punto cuántico conectado a un reservorio de electrones [3]. Utilizando valores de parámetros inspirados en trabajos experimentales [4], las correcciones de segundo orden se vuelven apreciables en regímenes de transporte donde ambas escalas temporales comienzan a ser comparables, dando lugar a un desplazamiento significativo de la frecuencia mecánica característica. Estos resultados podrían ser relevantes en la determinación experimental de masas moleculares en sensores nanomecánicos [4].

[1] N. Bode et al, Phys. Rev. Lett. 107 (2011) 036804.

[2] S. E. Deghi et al, Phys. Rev. B 110 (2024) 115409.

[3] S. E. Deghi et al, J. Phys. Condens. Matter 33 (2021) 175303.

[4] J. Chaste et al, Nature Nanotech. 7 (2012) 301.

215. Dopaje de películas delgadas de ZnO con elementos del grupo I (Li, Na) mediante electrodeposición

Di Maria Juan¹, Carpinetti Octavio¹, Melia Lucas^{2,3}, Damonte Laura^{1,2}

¹ Universidad Nacional de La Plata (UNLP)

² Instituto de Física de La Plata (IFLP)

³ Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata (UNLP)

Se sintetizaron películas delgadas de óxido de zinc (ZnO), puras y dopadas con sodio (Na) y litio (Li), mediante electrodeposición sobre sustratos de vidrio previamente recubiertos con óxido mixto de indio-estano (ITO). Las muestras fueron caracterizadas ópticamente mediante espectroscopía UV-Visible en modo de reflectancia difusa, y el análisis se realizó a través del modelo de Kubelka-Munk. Se observó una leve disminución del ancho de banda prohibida (bandgap) en la película Na:ZnO. Este hecho sugiere la incorporación del dopante a la estructura tipo wurtzita del ZnO dando lugar a niveles energéticos en dicho bandgap.

La actividad fotocatalítica de las películas obtenidas se evaluó mediante la degradación del azul de metileno bajo irradiación UV-Visible. Los sistemas dopados mostraron una eficiencia de degradación hasta un 10% superior respecto al ZnO puro. Cabe destacar que este proceso conduce a productos finales inocuos, como CO₂ y H₂O, sin formación de fotoproductos residuales nocivos permitiendo a su vez la remoción del sustrato sin procesos adicionales.

Este aspecto refuerza el interés en el ZnO dopado como fotocatalizador limpio, eficiente y ambientalmente sustentable para el tratamiento de contaminantes orgánicos en medios acuosos.

216. Control de propiedades electrónicas en una heteroestructura 2D CrI₂/α-In₂Se₃ mediante polarización ferroeléctrica

Ospina Jhon F.¹, Di Napoli Solange¹, Barral M. Andrea¹

¹ Instituto de Nanociencia y Nanotecnología (INN), Departamento de Física de la Materia Condensada, GlyA, CNEA

La integración de materiales bidimensionales, donde uno de ellos es un semiconductor ferroeléctrico, representa una oportunidad para sintonizar diversas propiedades electrónicas de las heteroestructuras mediante la aplicación de campos eléctricos. En este contexto, el triseleniuro de indio, $\alpha\text{-In}_2\text{Se}_3$, se destaca como un material ferroeléctrico intrínseco en baja dimensión, gracias a su polarización conmutable tanto en el plano como fuera de él, lo que permite el diseño de interfaces funcionales. Por otro lado, el yoduro de cromo (CrI_2) es un dihaluro de metal de transición que exhibe orden ferromagnético en su estructura de equilibrio, con momentos magnéticos cercanos a $4 \mu_B$ por átomo de Cr. Las constantes de red del CrI_2 son suficientemente compatibles con las del $\alpha\text{-In}_2\text{Se}_3$, lo que permite su integración en heteroestructuras sin inducir grandes tensiones.

En este trabajo, mediante cálculos de primeros principios basados en la teoría de la funcional de la densidad (DFT), exploramos las propiedades estructurales, electrónicas y magnéticas de una monocapa de CrI_2 y su interacción con una monocapa ferroeléctrica de In_2Se_3 . Analizamos cómo la tensión inducida en la interfaz permite estabilizar una configuración antiferromagnética de tipo Néel, ausente en la monocapa aislada. Estudiamos además los efectos de la polarización de In_2Se_3 sobre el magnetismo y la transferencia de carga. Encontramos que el sistema evoluciona de un band gap indirecto de 0.89 eV a uno directo de 0.65 eV cuando se invierte la polarización del ferroeléctrico, junto con una transición en el alineamiento de bandas, pasando de tipo I a tipo II. Estos resultados revelan un mecanismo de alineamiento de bandas conmutable mediante la polarización, posicionando a esta heteroestructura como un candidato prometedor para aplicaciones en dispositivos optoelectrónicos.

217. Efectos del plastificante en las propiedades físicas de biofilms gelatina-colágeno

Di Pietro A.¹, Latorre M. E.^{2 3}, Velázquez D.^{4 2}

¹ Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNICEN)

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

³ CIVETAN (CONICET - CIC - UNICEN), Tandil, Argentina

⁴ Instituto de Física de Materiales Tandil (IFIMAT), Centro de Investigaciones en Física e Ingeniería del Centro de la Provincia de Buenos Aires (CIFICEN) Tandil, (CONICET-UNCPBA-CICPBA)

La reducción de pérdidas y desperdicios de alimentos (PDA) genera beneficios significativos en ámbitos como la economía, la seguridad alimentaria, la nutrición y la sostenibilidad ambiental. En este contexto, el impacto climático derivado del uso de envases sintéticos ha impulsado la necesidad de profundizar en la investigación sobre biomateriales: sus propiedades, características y aplicaciones. Los biopolímeros de origen proteico o polisacárido representan una alternativa viable a los plásticos convencionales utilizados en envases, ya que son capaces de formar películas delgadas, flexibles y biodegradables. Entre ellos, la gelatina fue uno de los primeros polímeros proteicos empleados en la fabricación de biomateriales. Su bajo costo y la facilidad de producción continúan generando interés, aunque su alta sensibilidad a la temperatura ambiente y su carácter higroscópico afectan negativamente sus propiedades mecánicas [1]. Por ello, la búsqueda de combinaciones óptimas con otros biopolímeros se ha convertido en un reto actual en el campo de la investigación [2]. En general, los films basados en gelatina son frágiles y propensos a agrietarse debido a su alta energía cohesiva [3]. Si bien existen numerosos artículos que describen los efectos de los plastificantes en las propiedades físicas, químicas y funcionales de las películas biodegradables, aún no se ha estudiado el efecto del plastificante en los films mezclas gelatina-

colágeno.

Este trabajo tuvo como objetivo determinar algunas de las características de films compuestos por una mezcla de gelatina y colágeno, ambos de origen porcino, plastificados con diferentes concentraciones de glicerol. Para la obtención de los films se prepararon soluciones de proteína al 4% m/V en una relación gelatina:colágeno; 80:20 con concentraciones diferentes de glicerol: 0%, 10%, 20%, 30% y 40%. Los films fueron estabilizados en ambiente controlado a temperatura ambiente y $a_w=0.753$. Todos los ensayos fueron medidos dentro de un período máximo de almacenamiento de 30 días. Para evaluar el efecto de la concentración del glicerol en el film blend gelatina:colágeno, se estudió el espesor resultante, el contenido de humedad, color y las propiedades mecánicas de los films mediante ensayos de tracción uniaxial a rotura y análisis mecánico dinámico. Los resultados muestran que una mayor concentración de glicerol disminuye la resistencia a la tracción y el módulo elástico, mientras que aumenta la elongación a la rotura. Además, se estudió la estabilidad térmica de cada uno de los films mediante calorimetría diferencial de barrido y análisis termogravimétrico. El contenido de humedad de los films mostró un aumento conforme aumenta la concentración del plastificante en el sistema. La concentración de glicerol no afectó a las variables de color ni espesor del film. Los resultados permitieron establecer relaciones entre las propiedades físicas y el contenido de glicerol, contribuyendo a determinar las condiciones óptimas para la elaboración de films mezcla gelatina-colágeno. Los resultados animan a continuar el estudio de estabilidad, vida útil, del biomaterial en períodos de tiempos largos y condiciones de temperatura y humedad controlados.

[1] Y. Lu, Q. Luo, Y. Chu, N. Tao, S. Deng, L. Wang and L. Li, *Polymers-Basel* 14 (2022) 436.

[2] Q. Luo, M. A. Hossen, Y. Zeng, J. Dai, S. Li, W. Qin and Y. Liu, *J. Food. Eng.* 313 (2022) 110762.

[3] M. Meyer, *BioMed. Eng. OnLine.* 18 (2019) 24.

218. Estudio ab initio de la interacción superficial de nanoclústeres de óxidos de Fe en montmorillonita.

Díaz De Rosa Verónica Liz^{1 2}, Taylor Marcela Andrea^{1 3}, Alonso Roberto Emilio^{1 2 3}

¹ *Instituto de Física de La Plata (IFLP)*

² *Instituto de Ingeniería y Agronomía, Universidad Nacional Arturo Jauretche (UNAJ)*

³ *Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata (UNLP)*

El incremento de la contaminación ambiental ha impulsado el desarrollo de tecnologías de remediación que contribuyan a mitigar el impacto. Entre las más empleadas se encuentran aquellas basadas en procesos de adsorción. Entre los materiales más utilizados para este fin se encuentran las arcillas, como la montmorillonita (MMT), destacada por su alta superficie específica y capacidad de intercambio catiónico. Los estudios más recientes se centran en la funcionalización de estos materiales para mejorar su aplicabilidad, particularmente mediante la incorporación de propiedades magnéticas [1], lo que facilita su manipulación y recuperación, reduciendo además los riesgos para la salud humana y ambiental.

Como se informa en la literatura, los compósitos basados en montmorillonita y óxidos de hierro (Fe/MMT) han demostrado ser materiales prometedores para la remoción de contaminantes del agua. En particular, Barraqué et al. [2] informaron que estos compósitos presentan una buena capacidad de adsorción de iones metálicos como el Co^{2+} , y que su carácter magnético permite una separación eficiente mediante campos magnéticos externos, lo que representa una ventaja significativa en aplicaciones de remediación ambiental.

En este trabajo se presenta un estudio teórico de adsorción de nanoclústeres con estequiometría de magnetita (Fe_3O_4) y maghemita (Fe_2O_3) sobre Na-MMT, mediante cálculos de primeros

principios en el marco de la Teoría del Funcional Densidad (DFT). A partir de la estructura prístina de la Na-MMT, se construyeron superceldas con 25 Å de vacío y tres orientaciones cristalográficas (001, 100 y 010). El análisis de energía de formación determinó que la superficie (001) es la más estable. En particular, se evaluaron cuatro sitios de adsorción (Si, O basal, OH y Mg), acercando los nanoclústeres progresivamente desde una distancia de 8 Å, en pasos de 2 Å, permitiendo la relajación tanto superficial como del nanoclúster en cada etapa.

Los resultados energéticos indican que en ambos casos, un átomo de Fe se enlaza a un oxígeno basal de la superficie. La adsorción provocó modificaciones notables en las propiedades magnéticas y electrónicas: el momento magnético de los átomos de Fe aumentó significativamente. Los cálculos de densidad de estados total y proyectada (DOS y PDOS, incorporando el parámetro de Hubbard $U = 5$ eV) mostraron una transferencia neta de carga desde los nanoclústeres hacia la superficie, de $0.10 e^-$ para Fe_3O_4 y $0.22 e^-$ para Fe_2O_3 , acompañada de una redistribución de los estados $3d$ del Fe cercanos al nivel de Fermi.

Finalmente, se calcularon los corrimientos isoméricos para los átomos de Fe en los distintos óxidos, observándose variaciones atribuibles a diferencias en la coordinación y en las distancias Fe–O. Estos resultados se discuten en relación con los valores experimentales informados, aunque no son directamente comparables debido a las diferencias en la geometría y al tamaño reducido de los sistemas modelados frente a las nanopartículas estudiadas experimentalmente.

Estos resultados permiten comprender mejor los mecanismos de interacción entre óxidos de Fe y MMT a nivel atómico. A partir de este conocimiento, se establecen bases teóricas para diseñar compósitos Fe/MMT con propiedades electrónicas y magnéticas controladas. Además, se refuerza su viabilidad como materiales en procesos de remediación ambiental.

[1] C. Deng, J. Zhao, C.-L. Deng, Q. Lv, L. Chen and Y.-Z. Wang, *Polymer Degradation and Stability* 103 (2014) 1.

[2] F. Barraqué, M. L. Montes, M. A. Fernández, R. C. Mercader, R. J. Candal and R. M. Torres Sánchez, *Journal of Magnetism and Magnetic Materials* 466 (2018) 376.

219. Fabricación de heteroestructuras semiconductoras con absorción UV-Visible para remediación ambiental

Donaire Pereyra Florencia Yazmín^{1 2}, Cabalín Analía^{1 2}, Marin-ramirez Oscar^{1 3 2}

¹ *Nanoproject - Laboratorio de Nanomateriales, Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología (FACET), Universidad Nacional de Tucumán (UNT)*

² *Laboratorio de Física del Sólido (LAFISO), Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología (FACET), Universidad Nacional de Tucumán (UNT)*

³ *Instituto de Física del Noroeste Argentino (IFINOA), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)*

En este trabajo se aborda la fabricación de heteroestructuras semiconductoras con absorción en el UV-Visible, orientadas a aplicaciones fotocatalíticas. Este tipo de arquitecturas promueven la formación de heterojunturas, las cuales favorecen la separación efectiva de cargas mejorando significativamente la actividad fotocatalítica. Para esto se partió de dos óxidos que absorben luz en el visible, CuO y $\alpha-Fe_2O_3$, en combinación con ZnO que absorbe en el ultravioleta. Se relacionaron los métodos de fabricación con las propiedades físicas de los materiales, especialmente con la degradación del azul de metileno. Las muestras de $\alpha-Fe_2O_3/ZnO$ se fabricaron mediante síntesis hidrotermal ($\alpha-Fe_2O_3$) seguida de descomposición térmica (ZnO), mientras que las muestras de CuO/ZnO se fabricaron completamente vía descomposición térmica. Las muestras se caracterizaron mediante Difracción de Rayos X, Microscopia Electrónica de Barrido y Fotoluminiscencia. Difracción de Rayos X demostró que se lograron obtener las fases deseadas,

en combinación con fases secundarias relacionadas con óxidos de hierro y óxidos de cobre. El análisis morfológico con Microscopia Electrónica de Barrido sugirió la formación de heteroestructuras al observar cambios de tamaños y formas de las partículas puras. En cuanto a la actividad fotocatalítica, los polvos de $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ mostraron una degradación menor al 12%, mientras que los polvos $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3/\text{ZnO}$ lograron una degradación mayor, alcanzando hasta 77% para el mejor de los casos. En cuanto al sistema CuO/ZnO , los polvos puros de CuO no mostraron actividad, mientras que los de CuO/ZnO alcanzaron valores de 95%. Estos resultados muestran que la ruta de fabricación diseñada fue exitosa a la hora de obtener polvos semiconductores con mayor capacidad fotocatalítica, mostrando ser económica y escalable.

220. Estudio computacional de estados excitados en Fluoresceína funcionalizada atrapada en una matriz polimérica

Engelmann Matías¹, Rodríguez Joel², Femia Anabela L.³, Gonzalez Verónica D. G.³, Tinte Silvia N.², Dalosto Sergio D.²

¹ Facultad de Ingeniería Química (FIQ) Santa Fe Capital

² Instituto de Física del Litoral (IFIS) Santa Fe Capital

³ Instituto de Desarrollo Tecnológico para la Industria Química (INTEC) Santa Fe Capital

Atrapar moléculas en matrices poliméricas funcionalizadas que responden emitiendo fluorescencia cuando se les aplica radiación ultravioleta, es ampliamente usado para identificar mediante microscopía estructuras o regiones en células con fines de diagnóstico médico o biotecnológico. Un caso típico son las partículas de látex con Fluoresceína (FLP) en su interior. Para tener una emisión de radiación detectable es necesario que la cantidad de moléculas fluorescentes sea $> 10\mu\text{M}$. Esto se puede lograr incorporando a la Fluoresceína previamente derivatizada con grupos vinilo que se unen covalentemente a la red polimérica, de esa forma se logra una dispersión aleatoria y uniforme.[1] En este trabajo mostramos como es la dinámica de los estados excitados de la molécula Fluoresceína dentro de una matriz compuesta de Poliestireno-Metacrilato de Metilo. Estudiamos cómo la densidad de carga eléctrica alrededor de la Fluoresceína, y la contribución estérica de la matriz polimérica cambia su respuesta óptica. Usamos cálculos basados en primeros principios combinados con métodos de campo de fuerza clásico (QM/MM) para obtener una descripción atómica de la estructura de la FLP, los espectros UV-vis, IR y de NMR que contrastamos con resultados experimentales [1]. Analizamos qué factores disminuyen, aumentan o incluso anulan la fluorescencia.

[1] A. L. Femia, L. M. Gugliotta, and V. D. G. Gonzalez, Part. Part. Syst. Charact. 2025, 42, 2400246.

221. Dependencia de las propiedades electrónicas del contenido de oxígeno en las fases Magnéli de $\text{Ti}_n\text{O}_{2n-1}$ ($4 \leq n \leq 9$) mediante modelado DFT

Fernández-Werner Luciana¹, Esteves Martín¹, Olivera Rohrer Melisa², Faccio Ricardo¹

¹ Universidad de la República de Uruguay (UDELAR), Facultad de Química, DETEMA, Área Física

² Universidad de la República de Uruguay (UDELAR), Facultad de Ingeniería, Instituto de Ensayo de Materiales

En este estudio se caracterizan teóricamente las fases Magnéli de óxidos de titanio con la fórmula general $\text{Ti}_n\text{O}_{2n-1}$ ($4 \leq n \leq 9$) utilizando la teoría del funcional de la densidad (DFT). Nuestros hallazgos resaltan el papel crucial de los planos de cizallamiento estructurales,

específicamente, aquellos correspondientes a los planos de Miller del rutilo (121), en la determinación de las propiedades electrónicas. Dentro de estos planos, se observa la mayor concentración de electrones 3d de titanio. Estos electrones en los orbitales 3d de Ti inducen una división de la banda 3d de Ti, resultando en un bandgap (pseudogap) y la aparición de estados de impureza cerca del nivel de Fermi. Se encontró que las configuraciones de espín antiparalelo eran las más estables en todas las fases estudiadas. A medida que n aumenta, el gap electrónico disminuye monótonamente hacia el valor del rutilo. Notablemente, en Ti_9O_{17} , la presencia de iones Ti^{3+} desapareados conduce a densidades de espín locales y configuraciones magnéticas menos simétricas. Además, los orbitales 3d de Ti^{3+} añaden estados en los bordes de las bandas de valencia y conducción, lo que reduce significativamente la brecha electrónica. El principal borde de absorción, asociado con las transiciones $\text{O}_{2p} - \text{Ti}_{2d}$, disminuye monótonamente a medida que aumenta el contenido de oxígeno hasta el valor de la brecha electrónica del rutilo. Se observa un inicio positivo en los valores de la brecha óptica en comparación con los electrónicos. La reflectividad en los subóxidos parece aumentar según n hasta la composición del rutilo, excepto para Ti_1O_3 .

222. Correlaciones en bicapa de grafeno rotado con fotones virtuales en una microcavidad

Fenske Franco¹, Egidi Giovanna¹, Arreyes Facundo², Ardenghi Juan Sebastián²

¹ *Universidad Nacional del Sur (UNS) Bahía Blanca, Departamento de Física, Universidad Nacional del Sur (UNS), 8000 Bahía Blanca, Argentina*

² *Instituto de Física del Sur (IFISur) Bahía Blanca, Instituto de Física del Sur, Departamento de Física, Universidad Nacional del Sur (UNS) - CONICET, 8000 Bahía Blanca, Argentina*

En este trabajo se investigó cómo es posible generar entrelazamiento cuántico entre electrones de dos capas desacopladas de grafeno, rotadas entre sí y ubicadas dentro de una microcavidad óptica. El entrelazamiento se produce a través del campo electromagnético en estado de vacío, mediante el intercambio de fotones virtuales. Y se observaron correlaciones cuánticas para escalas de tiempo menores al tiempo en el que la luz cruza de una capa a otra.

En el modelo del sistema, se consideraron dos láminas de grafeno rotadas en sentidos opuestos respecto de un eje común, encerradas en una cavidad plana de tamaño finito. Cada capa interactúa de forma independiente con el campo electromagnético contenido en la cavidad. El campo se encuentra en el vacío, lo que significa que no hay fotones reales presentes, pero sí fluctuaciones cuánticas que permiten la existencia de excitaciones virtuales. La descripción se llevó a cabo utilizando teoría de perturbaciones dependiente del tiempo, y se calculó la evolución del sistema hasta segundo orden en la interacción.

Los resultados mostraron que este entrelazamiento no es arbitrario, sino que depende de varios parámetros. En particular, la separación entre capas, el ángulo de rotación entre ellas (θ) y el ángulo relativo entre los vectores de momento de los electrones en ambas capas (η) modulan fuertemente la cantidad de entrelazamiento generado. Para cuantificar este entrelazamiento se utilizó la medida conocida como "negatividad".

Una contribución importante del trabajo es la identificación de una forma específica para la matriz de densidad reducida del sistema electrónico, que adopta la conocida estructura de "X state". Estas matrices tienen una estructura tal que permiten el cálculo explícito de medidas de entrelazamiento y son relevantes en estudios de dinámica cuántica de dos qubits. Y se encuentran condiciones geométricas bajo las cuales estos X states surgen de forma natural debido a la estructura de la interacción mediada por el campo.

En conclusión, este trabajo demuestra que es posible extraer entrelazamiento del vacío cuántico

utilizando sistemas bidimensionales como el grafeno. El control geométrico de las capas y su interacción con cavidades fotónicas permite acceder a una nueva clase de estados cuánticos no locales. Estos resultados abren la puerta a experimentos de violación de desigualdades de Bell sin interacción directa, y al diseño de dispositivos cuánticos basados en plataformas sólidas sin necesidad de acoplamiento fuertes o intercambio de partículas reales.

223. Estudio de propiedades electrónicas y mecánicas de MXenes $\text{Ti}_3\text{C}_2\text{T}_x$ (con $\text{T}_x = -\text{O}, -\text{OH}, -\text{F}, -\text{Cl}, -\text{Br}, -\text{I}$) mediante DFT

Fernández-Werner Luciana¹, Esteves Martín¹, Pignanelli Fernando¹, Montenegro Benjamín¹, Lostao Paula¹, Faccio Ricardo¹

¹ Universidad de la República de Uruguay (UDEAR), Área Física / DETEMA / Facultad de Química

Los MXenes son sistemas bidimensionales (2D) emergentes, compuestos por carburos, nitruros y carbonitruros de metales de transición, que exhiben propiedades estructurales, eléctricas y electroquímicas interesantes [1]. Estos materiales ofrecen una estabilidad químico-estructural excepcional, alta conductividad eléctrica, una amplia área superficial activa y un notable potencial de funcionalización superficial. Entre los diversos MXenes, $\text{Ti}_3\text{C}_2\text{T}_x$ es uno de los más estudiados (donde T_x representa los grupos terminales superficiales: $-\text{O}, -\text{OH}, -\text{F}, -\text{Cl}, -\text{Br}, -\text{I}$). Otro aspecto interesante de estos materiales es que poseen parámetros de elasticidad superiores a los de otros materiales 2D (por ejemplo, sus módulos de Young son el doble que los del CdS_2) [2]. Además, la característica de flexión de MXene es superior a la del óxido de grafeno y MoS_2 , y las mediciones experimentales muestran que el módulo de Young del $\text{Ti}_3\text{C}_2\text{T}_x$ de una sola capa alcanza (333 ± 20) GPa [3]. Estas propiedades les permiten adaptarse bien a la inserción/extracción de iones durante los procesos de carga y descarga en las baterías del tipo baterías de iones metálicos multivalentes (MMIBs), además sirven como material estructural que evita el problema de expansión de volumen de otros materiales 2D durante el ciclo. Sobre esta base, el objetivo del presente trabajo es estudiar la influencia del grupo terminal sobre las propiedades mecánicas de estos materiales como potenciales electrodos para baterías MMIBs. Las simulaciones computacionales se llevaron a cabo utilizando métodos *ab initio* basados en la Teoría del Funcional de la Densidad (DFT), implementados en el código VASP. Se construyeron modelos bidimensionales (*slab*) de $\text{Ti}_3\text{C}_2\text{T}_x$ con diferentes terminaciones superficiales. Para mejorar la descripción de las propiedades electrónicas, particularmente de los estados $\text{Ti}-d$, se aplicó el método DFT+U [4], optimizando los valores de $U_{\text{eff}} = U - J$. Las propiedades mecánicas se obtendrán a través de las relaciones energía-deformación, a partir de las cuales se determinarán las correspondientes constantes de elasticidad C_{ij} . Con las mismas se estimarán el módulo de Young, el módulo de Bulk y el coeficiente de Poisson; normalizadas para su representación en base a estructura bidimensional.

[1] M. Naguib, M. Kurtoglu, V. Presser, J. Lu, J. Niu, M. Heon, L. Hultman, Y. Gogotsi, M.W. Barsoum, *Advanced Materials* 23, 4248–4253 (2011).

[2] J.A. Kumar, P. Prakash, T. Krithiga, D.J. Amarnath, J. Premkumar, N. Rajamohan, Y. Vasseghian, P. Saravanan, M. Rajasimman, *Chemosphere* 286, 131607 (2022).

[3] P. Zhang, L. Wang, Z. Huang, J. Yu, Z. Li, H. Deng, T. Yin, L. Yuan, J.K. Gibson, L. Mei, *ACS Applied Materials & Interfaces* 12, 15579–15587 (2020).

[4] M. Cococcioni, S. de Gironcoli, *Physical Review B* 71, 035105 (2005).

224. Modelado de compuertas rápidas en qubits superconductores del tipo fluxonium

Ferreira Santiago Juan^{2 1 3}, Domínguez Daniel^{2 1 3 4}, Sanchez María José^{2 1 3 4}

¹ *Instituto Balseiro (IB)*

² *Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) Nuñez*

³ *Asociación Física Argentina (AFA) Ciudad de La Plata*

⁴ *Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) Palermo*

Sanchez M J @Sánchez M J La búsqueda de compuertas rápidas para la computación cuántica ha llevado a la exploración de técnicas experimentales innovadoras basadas en pulsos sinusoidales de alta frecuencia y alta intensidad. En este trabajo se lleva a cabo un modelado teórico de la dinámica de circuitos cuánticos de qubits superconductores del tipo fluxonium, ante protocolos basados en transiciones Landau-Zener-Stuckelberg. En particular, se realiza el modelado de compuertas teniendo en cuenta la estructura multinivel y parámetros realistas del dispositivo fluxonium. Se analiza el efecto en la fidelidad de las compuertas de errores de fuga ('leakage') hacia niveles de energía por fuera de la base computacional. Adicionalmente, se emplea el formalismo de Floquet en conjunto con la ecuación de Redfield para analizar numéricamente la interacción entre el dispositivo y un reservorio térmico. En base al cálculo de la fidelidad a sistema abierto, se busca poder definir los parámetros óptimos del dispositivo ante las principales fuentes de ruido presentes en los experimentos.

[1] J. J Cáceres, D. Dominguez, M. J. Sanchez, Phys. Rev A 108, 052619 (2023).

[2] Nguyen, PRX QUANTUM 3, 037001 (2022).

225. Modelado de la conductividad eléctrica en microdispositivos de Sb₇₀Te₃₀

Rocca Javier¹, Ureña María Andrea¹, Fontana Marcelo¹

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)*

Las películas delgadas de vidrios calcogenuros son capaces de experimentar transformaciones de fase reversibles entre los estados amorfo y cristalino, inducidas por estímulos eléctricos. El cambio estructural tiene su correlación en las propiedades de transporte eléctrico por lo que dichos estados resultan bien distinguibles (alta resistividad eléctrica en el amorfo y mucho menor resistividad en la fase cristalina). Entre estos materiales de cambio de fase (Phase Change Materials, PCM), que se estudian para ser utilizados como material sensible en memorias no volátiles de estado sólido, se destacan las aleaciones ricas en Sb del sistema Sb-Te, de composición cercana a Sb₇₀Te₃₀. En este trabajo se presenta el análisis de las mediciones eléctricas de microdispositivos de películas de Sb₇₀Te₃₀ entre electrodos metálicos en dos configuraciones: una coplanar y otra de pistas cruzadas. Las celdas se modelaron por el método de los elementos finitos en 3-D con el objetivo de ajustar los parámetros de conductividad a las medidas experimentales para las múltiples dimensiones en que se fabricaron los dispositivos de ambas configuraciones.

226. Materiales estratégicos para la transición energética: el caso del seleniuro de hierro como ánodo de baterías

Tancredi Pablo¹, Ureña María Andrea², Pampillo Laura², Arcondo Bibiana², Fontana Marcelo²

¹ *Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires (FIUBA) San Telmo, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) Palermo, Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) Villa Maipu*

² *Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires (FIUBA), Consejo Nacional de Inves-*

tigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) Palermo, Instituto de Tecnologías y Ciencias de la Ingeniería "Hilario Fernández Long" (INTECIN) San Telmo

Los materiales calcogenuros (que contienen S, Se o Te) se han vuelto fundamentales en la búsqueda de nuevos electrodos para baterías recargables, tanto de litio como de sodio. Su interés surge por su alta capacidad específica, buena actividad redox y la posibilidad de formar estructuras porosas a escala nanométrica, lo cual mejora el transporte de iones y electrones. Además, los seleniuros y telururos ofrecen mayor conductividad electrónica y menor expansión de volumen durante los ciclos de carga/descarga, lo que favorece su ciclabilidad. Otra ventaja es su versatilidad sintética, ya que pueden obtenerse por vías hidrotermales, solvotermales, mecanosíntesis e incluso métodos simples en solución. En particular, el diseleniuro de hierro (FeSe_2) ha sido estudiado como material anódico para baterías de sodio, gracias a su buena conductividad y capacidad específica. Sin embargo, sufre de una expansión volumétrica significativa durante el ciclado, lo que compromete su estabilidad a largo plazo y por ello sigue siendo motivo de estudio. En este trabajo se fabricaron por un método solvothermal aleaciones binarias nanoestructuradas de composiciones FeSe_x utilizando como reactivos cloruro ferroso y polvo de selenio puro. Se investigan variantes en los solventes y reactivos de control usados, procedimiento químico y tratamiento térmico. Tanto las fases resultantes, así como las estructuras correspondientes, se identifican mediante difracción de rayos X y se las caracteriza usando microscopía electrónica y espectroscopía Mossbauer.

227. Automatización y calibración de un espectrómetro Raman

Gaburri Matias Javier^{1 2}, Mirarchi Diego Hernán¹, Giudici Paula^{1 3}

¹ Departamento de Física de la Materia Condensada, Centro Atómico Constituyentes (CAC)

² Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN), UBA

³ Instituto de Nanociencia y Nanotecnología (INN)

La técnica de espectroscopía Raman es una técnica versátil, no destructiva que permite, no solo identificar materiales y compuestos, sino que también es posible estudiar propiedades ópticas de los materiales, su dependencia en composición, temperatura, campo magnético, etc. Para su funcionamiento, un espectrómetro de Raman requiere una fuente de luz monocromática que incidirá sobre la muestra; un monocromador que descompondrá el espectro de la luz resultante de dicha incidencia y un fotodetector. Al estudiar un espectro Raman, se realiza un barrido con el monocromador y se registra la intensidad correspondiente a cada longitud de onda.

Actualmente el Departamento de Física de la Materia Condensada tiene disponible un LabRam con resolución espacial micrométrica. La limitación se presenta cuando es necesario hacer mediciones dependientes de la temperatura. Así mismo, el departamento tiene disponible un viejo espectrómetro Jarrell Ash, con resolución macroscópica pero que tiene la posibilidad de acoplar un crióstato de He, con el que se alcanzarían temperaturas de los 20 K. Además, este último cuenta con un monocromador doble con la posibilidad de usarlo en distintas configuraciones, resultando en una mayor versatilidad.

El proyecto de este trabajo consiste en automatizar el viejo monocromador, calibrarlo, alinear y adaptar un fotodetector moderno a la salida. Por otro lado, se está trabajando en la automatización de los mecanismos encargados de posicionar las rendijas y las redes de difracción del monocromador. Parte del proceso de puesta en valor del espectrómetro Jarrell Ash consistió en modificar un medidor de potencia para permitir la adquisición de datos de forma sostenida y facilitar el análisis de los mismos. En este trabajo se presentan los resultados de las modificaciones sobre el medidor de potencia y los avances en la actualización del espectrómetro.

228. Efecto del diámetro en las propiedades dinámicas de nanohilos multisegmentados de CoNi

Galindez Francisco¹, Israel Rodrigues², Manoj Matpathi³, Bajales Noelia^{1 4}, Saavedra Eduardo⁵, Corona Rosa⁶

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

² *Departamento de Física, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Brasil*

³ *Magnetism and Spin Technologies Lab, EEE Department, Indian Institute of Technology Guwahati, India*

⁴ *CONICET, IFEG, Córdoba, Argentina*

⁵ *Departamento de Física, Universidad de Santiago de Chile, Chile*

⁶ *Departamento de Física, Facultad de Ciencias Naturales, Matemática y del Medio Ambiente, Universidad Tecnológica Metropolitana*

El estudio de nanomateriales magnéticos unidimensionales, compuestos por segmentos blandos y duros, ha suscitado un creciente interés en los últimos años. En estas estructuras, la coercitividad suele estar determinada por la fase dura, mientras que la remanencia proviene de la fase blanda [1,2]. Esta combinación de propiedades permite un ajuste preciso para diversas aplicaciones en nanotecnología.

En este trabajo, se realizaron simulaciones micromagnéticas utilizando el software Mumax3 para modelar nanohilos cilíndricos con una longitud fija de 200 nm y diámetros que varían entre 40 nm y 400 nm. Se consideraron configuraciones del tipo S-H-S y H-S-H, manteniendo proporciones de segmento 25-50-25, bajo un campo magnético externo nulo ($H_{ext} = 0$ mT). A partir de estas simulaciones, se exploraron posibles estados magnéticos estables y metaestables, incluyendo configuraciones tipo flor, flor torcida y otras más complejas. Una vez caracterizadas, se aplicó el método Ringdown para obtener los espectros de frecuencia e identificar los modos resonantes correspondientes.

Adicionalmente, se simularon nanohilos compuestos exclusivamente de cobalto y níquel, con el objetivo de analizar cómo la variación del diámetro y la presencia de interfaces S-H afectan el comportamiento magnético, un aspecto clave para aplicaciones en nanoelectrónica y almacenamiento de información. Los distintos modos resonantes observados en cada caso muestran una fuerte sensibilidad de la respuesta dinámica frente a los cambios en el diámetro en los nanohilos CoNi, en comparación con los casos puros, resaltando el potencial de esta estrategia para el control fino de propiedades magnéticas en dispositivos de espintrónica.

[1] N. L. Guo, G. P. Zhao, H. W. Zhang, X. L. Zhou and Y. Deng, J. Magn. Magn. Mater. 323 (2011) 3049.

[2] W. Zhang, G. P. Zhao, X. H. Yuan and L. N. Ye, J. Magn. Magn. Mater. 324 (2012) 4231.

229. Estudio ab-initio de la transferencia de carga resonante en colisiones frontales de iones ligeros (H^+ , Li^+ , Ne^+) con MoS_2

García Evelina¹, Romero Marcelo^{1 2}

¹ *Instituto de Física del Litoral (IFIS) Santa Fe Capital*

² *Departamento de Física, Facultad de Ingeniería Química, UNL*

En este trabajo se analizan las fracciones de neutros resultantes de la colisión frontal entre iones ligeros (H^+ , Li^+ y Ne^+) y una superficie de disulfuro de molibdeno (MoS_2). Se emplea un formalismo mecano- cuántico basado en el modelo de Anderson [1], bajo la aproximación de U infinito [2], el cual permite evaluar la transferencia de carga resonante durante la colisión.

Este enfoque junto con un cálculo ab-initio (modelo enlace de a pares [3]) de las interacciones proyectil-superficie, incorpora las propiedades electrónicas tanto del proyectil como de la superficie. El estado de valencia activo del proyectil corresponde al $1s$, $2s$ y $2p$, para H, Li y Ne, respectivamente.

La fracción de neutros final de los iones dispersados se determina utilizando funciones de Green-Keldysh fuera del equilibrio [4], resueltas mediante el método de ecuaciones de movimiento y truncadas a segundo orden en la interacción (V^2). El modelo requiere conocer la matriz densidad completa de la superficie, la cual se obtiene a partir de cálculos realizados con el código Fireball [5].

Los resultados obtenidos arrojan luz sobre dos aspectos clave: en primer lugar, la influencia de la estructura electrónica local y los efectos dinámicos en los mecanismos de transferencia de carga, destacando el papel diferencial de los sitios de molibdeno y azufre; y en segundo lugar, el rol que juega la posición y evolución del nivel de ionización del proyectil —en función de su distancia a la superficie— respecto al nivel de Fermi del sustrato, en la determinación del estado de carga final de los iones dispersados.

[1] PW Anderson, Phys. Rev. 123 (1961) 41.

[2] F Bonetto et al., Phys. Rev. B78 (2008) 075422.

[3] PG Bolcatto et al., Phys. Rev. B58 (1998) 5007.

[4] LV Keldysh, Sov. Phys. JETP 20 (1965) 1515.

[5] P Jelinek et al., Phys. Rev. B71 (2005) 235101.

230. Machine Learning No Supervisado para caracterizar skyrmiones: clasificación y predicción de helicidades

Gómez Albarracín Flavia Alejandra¹

¹ *Instituto de Física de Líquidos y Sistemas Biológicos (IFLYSIB), Ciudad de La Plata*

Sin duda, el desarrollo y aplicación de técnicas de aprendizaje automático o machine learning (ML) a diversos problemas y disciplinas ha crecido sustancialmente en el último tiempo. Dentro del campo de materia condensada, específicamente el de texturas topológicamente no triviales como skyrmiones, recientemente se han aplicado y combinado numerosas técnicas y algoritmos, tanto de ML supervisado como no supervisado. Estos estudios se han enfocado, por ejemplo, en la construcción de diagramas de fases de skyrmiones y sus bordes, la predicción de estabilidad y tamaño de estas cuasipartículas, la posibilidad de encontrar fases exóticas emergentes, etc.

En este trabajo, exploramos la posibilidad de usar técnicas de ML para caracterizar la helicidad de los skyrmiones, una variable continua que indica cómo están orientados los espines que forman estas estructuras, y que no es fácilmente distinguible con un parámetro de orden. Para esto, construimos primero un set de datos de redes de skyrmiones con diferentes radios, magnetizaciones, y helicidades a partir de una parametrización general. Luego, recurrimos a dos estrategias de ML supervisado con redes neuronales convolucionales (CNN). Primeramente, realizamos la clasificación de este set de datos entre un rango de valores discretos de la helicidad. Luego, nos propusimos abordar la tarea de predicción de valores de helicidad. Para ambos casos, una vez entrenadas y validadas las CNN, aplicamos el algoritmo a un set completo de configuraciones de espines pertenecientes a un modelo típico de skyrmiones para un amplio rango de valores de temperatura y campo magnético, con prometedores resultados preliminares.

231. Estudio DFT de la adsorción de CO sobre GDY dopado con un dímero de Rh y Mo

Jiménez M. J.¹, Jasen P. V.¹, Juan J.¹, Nagel O.¹, Sandoval M. G.¹, González E. A.¹

¹ Instituto de Física del Sur (IFISur), Universidad Nacional del Sur (UNS)

De un tiempo para acá, los investigadores de todo el mundo están estudiando los materiales de baja dimensionalidad, como los materiales 2D, por sus potenciales aplicaciones como sensores de gas. Graphdiyne (GDY) es un alótropo 2D del C perteneciente a la familia de los grafenos, con buena estabilidad a temperatura ambiente, y compuesto por átomos de C hibridizados con enlaces conjugados sp^2 y sp [1].

En este trabajo, estudiamos el efecto del dímero de Rh y Mo, pre-adsorbido en GDY, en la adsorción de CO para analizar la posible aplicabilidad del material como sensor de gas. Analizamos las propiedades electrónicas, de enlace y estructurales de GDY dopado mediante la Teoría del Funcional de la Densidad (DFT) implementada en el código VASP [2].

La celda unidad de GDY se modeló con una supercelda conteniendo 72 átomos de C con condiciones periódicas de contorno para simular la monocapa de GDY. Primero, se determina el sitio preferencial de adsorción del átomo de Rh; siendo éste la esquina de un poro triangular. Luego, en el sistema Rh-GDY más estable se adsorbe el átomo de Mo para formar el dímero. Los resultados muestran que el sistema Rh-Mo/GDY más estable es con los 2 átomos metálicos ubicados en el mismo poro, cerca de la esquina del mismo. El átomo de Rh se ubica por encima del plano del GDY mientras que el átomo de Mo lo hace por debajo de dicho plano. A continuación, se considera la adsorción de la molécula de CO en diferentes orientaciones y sitios posibles de adsorción.

Los resultados estructurales y energéticos indican que, de todas las estructuras optimizadas, la molécula de CO prefiere estar de manera vertical con el átomo de O arriba y C hacia los átomos metálicos, pero más cerca del Rh que del Mo. La energía de adsorción de la configuración más estable es de -1,99 eV. La molécula presenta una inclinación de $\sim 5^\circ$ con distancia C-O de 1,16 Å. La distancia C-Rh es de 1,90 Å. El tiempo de recuperación es de 3,72 s a los 789 K, lo que indica que, aunque este sistema no puede desorber CO a temperatura ambiente, aún podría utilizarse para desarrollar materiales absorbentes para limpiar estos gases altamente dañinos.

[1] H. Zhang, Y. Xia, H. Bu, X. Wang, M. Zhang, Y. Luo and M. Zhao, J. Appl. Phys. 113 (2013) 1.

[2] <https://www.vasp.at/>

232. Búsqueda de fragmentación en hielos de spin dopados con impurezas diamagnéticas

Gorsd M.¹, Borzi R. A.¹, Grigera S. A.¹

¹ Instituto de Física de Líquidos y Sistemas Biológicos (IFLYSIB), Ciudad de La Plata

Los hielos de spin son óxidos de tierras raras; los ejemplos canónicos son el $\text{Ho}_2\text{Ti}_2\text{O}_7$ y el $\text{Dy}_2\text{Ti}_2\text{O}_7$. En ellos, la estructura cristalina provoca fuertes efectos de frustración y, en consecuencia, propiedades magnéticas muy peculiares. Según el *modelo de mancuernas*, el estado fundamental puede describirse como un vacío de cargas magnéticas o *monopolos*. Estas cuasipartículas se crean al aumentar la temperatura, e interactúan siguiendo una ley análoga a la coulombiana para cargas eléctricas. Al diluir magnéticamente estas muestras (es decir, al reemplazar parte de los átomos con momento magnético por otros diamagnéticos) surgen monopolos de magnitud semientera; estos no pueden desplazarse ni aniquilarse, pero sí cambiar de signo. El estado fundamental ya no es entonces un vacío como en el caso puro, pues existe en él un conjunto de cargas semienteras irreducibles. Estas últimas, debido a la interacción coulombiana, se ordenan formando cristalitos de carga que alternan su signo (como los iones en una sal).

La distribución de tamaños de los cristalitos depende del grado de dopaje, y es interesante preguntarse si existe algún dopaje óptimo en el cuál un cristal de monopolos percole la red. En este caso, el fenómeno de percolación estaría sucediendo junto con la aparición de orden de cargas magnéticas.

Hay dos curiosidades que se agregan a esta situación; una es que el momento magnético de los spines que hacen a esas cargas fijas tiene la capacidad de fluctuar (distintas configuraciones de spines dan lugar al mismo monopolo) en un fenómeno que se conoce como *fragmentación* del momento magnético. La otra es que estas fluctuaciones son las propias de una fase de Coulomb, caracterizadas por pellizcos ("pinch points") en el factor de estructura magnética. El fenómeno de fragmentación en cristales perfectos fue propuesto por Brooks-Bartlett en 2014, y ha sido observado recientemente en policristales de $\text{Ho}_2\text{Ir}_2\text{O}_7$, un sistema con dos subredes magnéticas (Lefrançois 2016).

En este trabajo, haciendo uso de simulaciones montecarlo y la técnica de *parallel tempering*, intentaremos responder si es posible obtener la fragmentación del momento magnético mediante la dilución magnética en hielos de spin canónicos. Esto ofrecería la ruta más sencilla para observar experimentalmente fragmentación (utilizando difracción de neutrones en monocristales) y la posibilidad de estudiar un cambio de fase en la que el orden cristalino y la percolación ocurren al unísono.

233. Efecto de las fluctuaciones cuánticas en la aparición de superconductividad topológica.

Rossi Stefano^{1 2}, Gazza Claudio^{1 2}, Manuel Luis^{1 2}, Hamad Ignacio^{1 2}, Lobos Alejandro³

¹ Instituto de Física Rosario (IFIR) Rosario

² Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura (FCEIA) Rosario

³ Instituto Interdisciplinario de Ciencias Básicas (ICB) Mendoza Capital

Estudiamos teóricamente la influencia de las fluctuaciones cuánticas sobre la aparición de fases topológicas en un superconductor. Específicamente, utilizamos un modelo de una cadena de spines acoplada a un superconductor tipo s. La cadena tiene una textura tipo espiral, y cuando la misma se comporta de manera clásica, es conocido que esto induce acoplamiento spin-órbita tipo Rashba en el superconductor, mecanismo esencial para la aparición de fases topológicas. Mediante un término de intercambio de Heisenberg entre los spines de la cadena, estudiamos hasta donde la inducción de acoplamiento Rashba, y la aparición de superconductividad topológica, es mantenida cuando las fluctuaciones cuánticas se incrementan.

234. Respuesta termoeléctrica y fases topológicas en sistemas bidimensionales superconductor-normal con acoplamiento espín-órbita tipo Rashba y campo magnético

Herrera Mateos Juan¹, Arrachea Liliana², Levy Yeyati Alfredo³

¹ Instituto de Ciencias Físicas (ICIFI)

² Departamento de Sólidos Cuánticos y Sistemas Desordenados, Centro Atómico Bariloche, INN, CONICET-CNEA

³ Universidad Autónoma de Madrid (UAM)

Los efectos termoeléctricos, que consisten en la conversión de un gradiente de temperatura en una diferencia de potencial o viceversa, ofrecen una manera interesante de reutilizar el calor generado en dispositivos electrónicos debido al efecto Joule, transformándolo en trabajo eléctrico útil, lo que podría mejorar su eficiencia. Este trabajo se centra principalmente en analizar la

respuesta termoeléctrica de un sistema bidimensional superconductor-normal, sujeto a un campo magnético externo y a acoplamiento espín-órbita del tipo Rashba, bajo condiciones periódicas a lo largo de la dirección de la juntura. Se examina además la relación que hay entre ella y la fase topológica de estados de borde antiquirales que emerge bajo ciertas condiciones, cuando el campo magnético se encuentra en el plano del sistema, con una dirección cercana a la normal a la juntura.

235. Procesamiento de heteroestructuras de GaAs/AlGaAs para la realización del patrón nacional de resistencia basado en el efecto Hall cuántico

Huxhagen Federico^{1 2 3}, Urtubey Elián^{1 2 3}, Giudici Paula^{2 4}, Salazar Leonardo⁴, Pastoriza Hernán⁴, Real Mariano¹

¹ *Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), Departamento de Metrología Cuántica e INCALIN-UNSAM*

² *Departamento de Materia Condensada, Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA)*

³ *Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN), Universidad de Buenos Aires (UBA)*

⁴ *Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Instituto de Nanociencia y Nanotecnología*

En las últimas décadas el desarrollo de sistemas cuánticos y su aplicación a la metrología se han vuelto cada vez más relevantes, debido a que el Sistema Internacional de Unidades se basa ahora en constantes de referencia universales [1,2]. Esto permite realizar unidades, múltiplos y submúltiplos de éstas por medio de experimentos que relacionen la unidad deseada directamente a las constantes mencionadas.

En las unidades eléctricas, la realización del ampere se alcanza mediante la realización del volt, el ohm y la Ley de Ohm. El ohm es entonces uno de los pilares sobre el que descansan las unidades eléctricas, y en este caso se realiza por medio del efecto Hall cuántico (QHE) que resulta en una resistencia eléctrica que sólo depende de constantes universales y un número entero [3,4].

Con el objetivo de avanzar hacia la realización completamente nacional del patrón de resistencia basado en el efecto Hall cuántico, en este proyecto se desarrollaron capacidades locales para el diseño, procesamiento y caracterización de heteroestructuras semiconductoras.

Se estableció un procedimiento completo para la fabricación de dispositivos tipo barra Hall a partir de cristales con heteroestructuras de GaAs crecidas en el país, utilizando instrumental especializado y técnicas de sala limpia. De las muestras disponibles, se obtuvo una candidata con trece dispositivos funcionales. Las etapas de procesamiento incluyeron la definición litográfica de geometrías, ataque químico selectivo, generación de contactos óhmicos y el bondeo de las muestras para permitir una adecuada conexión eléctrica. Paralelamente, se optimizaron heteroestructuras mediante simulaciones en Nextnano [5], para determinar las modificaciones a realizar en las heteroestructuras de la siguiente iteración de crecimiento.

Finalmente, se realizaron ensayos preliminares sobre una de las muestras procesadas, confirmando la funcionalidad de los dispositivos fabricados. Estos avances consolidan una etapa clave en el camino hacia la realización completamente nacional del patrón cuántico de resistencia.

[1] T. C. Liebisch, J. Stenger and J. Ullrich, *Annalen der Physik* 531 (2019) 1800339.

[2] M. Stock et al, *Metrologia* 56 (2019) 022001.

[3] K. von Klitzing, G. Dorda and M. Pepper, *Physical Review Letters* 45 (1980) 494.

[4] T. J. Witt, *Review of scientific Instruments* 69 (1998) 2823.

[5] <https://www.nextnano.com/>

236. Adsorción de átomos de sodio sobre sustrato de oro (111)

Ibarlucea Faustino Gabriel¹, Degiorgio Milagros Micaela¹, Navarro Jorge Luis¹, Gómez Carrillo Sandra Carolina¹

¹ Facultad de Ingeniería Química (FIQ), Universidad Nacional del Litoral (UNL)

La superficie Au(111) es una de las más estudiadas debido a su alto grado de orden y estabilidad, lo que la convierte en un modelo ideal para investigar fenómenos de superficie y procesos de reactividad en nanotecnología y catálisis [1,2]. La adsorción de átomos alcalinos sobre esta superficie ha despertado un gran interés, ya que puede modificar significativamente sus propiedades electrónicas y químicas. En particular, la interacción de metales alcalinos como el sodio con la superficie Au(111) permite ajustar la densidad de estados electrónicos, lo que a su vez influye en la dinámica de interacción de la superficie con otros átomos.

En este trabajo se presenta un estudio teórico que combina una aproximación tight-binding-DFT con dinámica molecular clásica para analizar el proceso de adsorción de átomos de sodio sobre la superficie Au(111). Este enfoque permite explorar la formación de distintas estructuras y patrones de ordenamiento, así como los mecanismos de interacción entre los átomos alcalinos y la superficie de oro. A través de esta metodología, se observa cómo la superficie de oro se relaja a medida que los átomos de sodio buscan configuraciones de mínima energía, lo que permite estudiar las energías de adsorción, la evolución temporal de las configuraciones y la estabilidad relativa de los átomos adsorbidos. Además, se propone una explicación teórica para la corrugación observada experimentalmente en la superficie Au(111) mediante técnicas de microscopía de efecto túnel (STM) [3].

[1] Gómez-Carrillo et. al, Journal of Physics Condensed Matter 25 (2013).

[2] R. Otero et. al, Surface Science Reports 72 (2017).

[3] J. V. Barth, R. J. Behm and G. Ertl, Surf. Sci. Letters 302 (1994).

237. Estabilidad microestructural en uniones triples de hielo artificial con origen glaciar

Jimenez Emiliano¹, Bongiovanni Maximo¹, Di Prinzio Carlos Leonardo^{1 2}, Aguirre Varela Guillermo^{1 2}, Gerez Luis¹

¹ Grupo Física de la Atmosfera, 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 el presente trabajo se estudió la estabilidad dinámica de dos uniones triples en hielo artificial con agua glaciar. La muestra de hielo fue realizada utilizando agua del glaciar Morenas Coloradas en Mendoza, Argentina. Para verificar la estabilidad de la unión triple se midieron las energías relativas de los bordes de granos que forman las uniones triples en policristales de hielo utilizando un microscopio confocal. Se pudo determinar usando las energías relativas de los bordes de grano que ambas uniones triples no presentaban estabilidad dinámica.

238. Transiciones magnéticas y excitaciones elementales en compuestos Kagomé-strip, un estudio basado en DFT y DMRG

Lamas Carlos¹, Matera Mauricio¹

¹ Instituto de Física de La Plata (IFLP) Ciudad de La Plata

La física de sistemas que presentan frustración magnética es de gran interés en la actualidad,

ya que pone de manifiesto propiedades exóticas relacionadas con la naturaleza cuántica de estos sistemas. En ese sentido, estudios teóricos proponen que la red antiferromagnética Kagomé puede presentar algunos de estos comportamientos interesantes. Por ejemplo, el modelo antiferromagnético presenta magnones localizados y mesetas de magnetización [1]. Los magnones localizados son cuasipartículas atrapadas en regiones específicas de la red, lo que da lugar a niveles de energía discretos e influye en las propiedades magnéticas generales del material. Estos estados localizados pueden tener implicaciones significativas para el comportamiento térmico y dinámico del sistema, dando lugar a fenómenos exóticos como los cristales de magnones.

En 2015 fueron sintetizados en laboratorio dos teluritas [2] $\text{Na}_2\text{Cu}_5(\text{TeO}_3)(\text{SO}_4)_3(\text{OH})_4$ y $\text{K}_2\text{Cu}_5(\text{TeO}_3)(\text{SO}_4)_3(\text{OH})_4$ (en lo que sigue, Na-TS y K-TS), cuya estructura cristalina y comportamiento magnético serían compatibles con un modelo Kagomé-strip, y por lo tanto serían candidatos para observar algunos de estos fenómenos. Experimentalmente, se reportó para estos compuestos un valor del parámetro de frustración f de aproximadamente 2,54 ($\theta = -6,1(8)$ K; $T_N = 2,4$ K) para Na-TS, y 2,67 ($\theta = -13,9(4)$ K; $T_N = 5,2$ K) para K-TS, lo que elimina la posibilidad de frustración de espín en los sistemas. Según la interpretación más simple dentro del marco de las reglas de Goodenough-Kanamori-Anderson, se informó que J_1 era ferromagnético. Esto sugiere que presentan un orden antiferromagnético a bajas temperaturas, mientras que se ha observado una transición magnética inducida por campo.

Más recientemente, en el grupo determinamos un modelo magnético efectivo para estos compuestos a partir de cálculos DFT [3], que permiten estimar en forma cuantitativa los valores de las correspondientes constantes de intercambio, así como una estimación de las temperaturas y campos críticos.

En este trabajo, presentaremos algunos resultados obtenidos a partir del modelo efectivo correspondiente a ambos compuestos. Utilizamos una variedad de herramientas teóricas estándar, como la aproximación de onda de espín lineal y cálculos DMRG. Finalmente, se realiza una comparación con las observaciones experimentales.

[1] Phys. Rev. B 100, 195145 (2019).

[2] Inorganic Chemistry, 55(2), 644-648 (2016).

[3] Phys. Rev. B 106, 195119 (2022).

239. Propiedades magnetoestructurales de FeRh dopado con Co y Pt: estudio teórico empleando DFT

Lavizzari Marcos¹, 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)

La aleación ordenada FeRh (cúbica tipo B2) experimenta una peculiar transición de fase de primer orden desde un estado antiferromagnético (AFM) a otro ferromagnético (FM) [1]. Sin embargo, la incorporación de dopantes altera las propiedades de la aleación y modifica la temperatura de transición (T_{Curie}) [2,3].

El objetivo de este trabajo es investigar teóricamente, mediante cálculos de primeros principios que incluyen polarización de espín, las propiedades estructurales, energéticas y magnéticas de la aleación FeRh dopada con impurezas de Co y Pt (Y) en distintas concentraciones ($x = 6.25, 12.5, 18.75, 25$). Las impurezas se ubicaron en sitios Rh ($\text{Fe}_{50}\text{Rh}_{50-x}\text{Y}_x$) o en sitios Fe ($\text{Fe}_{50-x}\text{Rh}_{50}\text{Y}_x$). El procedimiento metodológico empleado fue recientemente publicado por nuestro grupo. Asimismo se evaluó la influencia del acoplamiento spin-órbita para ciertas configuraciones.

En el rango de concentraciones considerado, se encontró que la incorporación de átomos de Co

produce una contracción significativa del volumen de la celda, especialmente cuando estos ocupan sitios Rh. En contraste, los dopantes de Pt inducen una expansión de la celda, más marcada cuando se sitúan en sitios Fe. Para ambos elementos, las configuraciones con dopantes en sitio Rh resultaron ser energéticamente más estables.

Los momentos magnéticos de los átomos de Co se mantienen estables en la fase FM ($2\mu_B/\text{at}$). Sin embargo, en la fase AFM, los dopantes en sitios Rh tienden a perder su magnetización. En el caso del Pt, se observan mayores momentos magnéticos cuando ocupa sitios Rh.

A partir de la comparación entre las fases AFM y FM, se estimó la temperatura de transición magnética. Asimismo, se calcularon las energías de formación y se analizaron las propiedades electrónicas mediante la densidad local de estados (LDOS).

[1] V. Moruzzi, P. Marcus; Phys. Rev. B 46 (1992) 2864.

[2] M. J. Jiménez, R. R. Gimaev, V. I. Zverev, G. F. Cabeza; J. of Magn. and Magn. Mat. 538 (2021) 168258.

[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, Metals 13 (2023) 1650.

240. Proyección, construcción y validación de un elipsómetro con alta resolución angular para la determinación del índice de refracción de materiales y el espesor de películas delgadas

Lenci Lorenzo¹, Pereyra Carlos Javier¹, Marotti Ricardo¹, Dalchiele Enrique¹, Martinez Juan Pedro¹, Da Silva Marcus², Valente Paulo¹

¹ *Instituto de Física, Facultad de Ingeniería, UdelaR, J. Herrera y Reissig 565, 11300 Montevideo, Uruguay*

² *Instituto de Física, Universidade Federal da Bahia (UFBA) Rua Barão de Jeremoabo, Campus 11 Universitário de Ondina, 40170-115*

La elipsometría es una herramienta importante para el estudio de propiedades de superficies y materiales. Sin embargo, requiere de instrumentación costosa, que muchas veces no es accesible. En este trabajo se presenta un elipsómetro de bajo costo y alta precisión angular, realizado en nuestro laboratorio. El instrumento mide el estado de polarización de la luz reflejada por una muestra mediante la técnica PSA (Polarizador-Muestra-Analizador), en la cual un analizador rotatable mide la intensidad de la luz en diferentes ángulos. Esto permite determinar los parámetros ψ y δ , que se refieren, respectivamente, al cambio en las amplitudes y a la diferencia de fase entre las dos componentes ortogonales de la polarización de la luz. A partir de ψ y δ , se determinan diferentes propiedades del material. El elipsómetro puede operar variando el ángulo de incidencia desde 20° hasta 85° con resolución angular máxima de 0.05° a una longitud de onda fija o variando la longitud de onda de la luz a un ángulo de incidencia fijo. Aunque se puede obtener información análoga en ambos modos de operación, en este trabajo se presentan los datos obtenidos variando el ángulo de incidencia a una longitud de onda de 595 nm. En el modo de operación con ángulo variable, se puede obtener el índice de refracción efectivo de un material a partir de la medida del ángulo de Brewster. Todas las piezas mecánicas del elipsómetro fueron diseñadas y construidas en el taller mecánico de nuestro instituto. El movimiento angular de los brazos es controlado por un motor conectado a una serie de engranajes que permiten reducir el paso angular del motor y mover ambos brazos de forma sincronizada. El movimiento del motor es controlado mediante Arduino utilizando software LabView y una interfaz USB. Los componentes ópticos están posicionados sobre los brazos mediante soportes mecánicos diseñados especialmente. Se puede utilizar como fuente de luz: LED, láser o lámpara de tungsteno. Dos polarizadores están montados sobre dos sistemas de rotación idénticos (motores piezoeléctricos

resonantes) con una resolución de 0.01° . Para definir un par de direcciones de polarización ortogonales, se elige la dirección de polarización incidente y se rota el segundo polarizador hasta encontrar la mínima transmisión de luz. El movimiento angular de los dos motores, así como la señal, detectada por un lock-in, son controlados por el mismo software LabView mediante USB. Para cada posición angular, la intensidad se mide en cuatro posiciones diferentes del analizador y así obtener los parámetros de Stokes S_0 , S_1 y S_2 . Para validar el rendimiento del elipsómetro, se estudiaron tres tipos de vidrios comerciales, cuyo índice de refracción es conocido: soda-lima, sílice fundida y borofloat. Además, se utilizó el instrumento para medir el espesor de un conjunto de cuatro películas delgadas de óxido de silicio crecidas sobre un sustrato de silicio cristalino. Se implementaron métodos teóricos simples para extraer los parámetros de interés a partir de las mediciones. En el caso de los vidrios, las curvas experimentales fueron ajustadas utilizando los coeficientes de Fresnel para extraer las partes real e imaginaria del índice de refracción. En el segundo caso, la muestra fue modelada ópticamente como una película delgada (de índice de refracción N_1) sobre un sustrato semi-infinito (de índice de refracción N_2) en aire, para medir su espesor. El modelo de Fresnel se ajusta bien a los datos experimentales en ambos casos. En el caso del índice de refracción de los tres vidrios, los resultados obtenidos con el elipsómetro muestran diferencias del 3 % con respecto a los datos tabulados. Sin embargo, esta diferencia se reduce al 0.5 % cuando los resultados se comparan con medidas de reflectometría óptica directa. El espesor de las películas obtenido con nuestro elipsómetro se comparó con los resultados obtenidos con tres diferentes técnicas: con un elipsómetro comercial, que opera variando la longitud de onda, con un microscopio electrónico de barrido y con reflectometría óptica directa. En el primer caso se obtuvieron errores relativos entre el 0.5% y el 3%. Las mediciones son altamente reproducibles. El instrumento se está utilizando como una herramienta adicional en nuestro laboratorio.

241. Dependencia del damping con la concentración de Co en bicapas $\text{Fe}_{100-x}\text{Co}_x/\text{Pt}$ mediante STFMR

Lombardo Chiara¹, Brugevin Lucas¹, Scapolla Franco¹, Pérez Morelo Diego^{1 2}, Yactayo Yaranga Melissa^{3 4}, Rojas Sanchez Carlos⁴, Constanzo Pablo¹, Bulus Laureano¹, Tosi Leandro^{1 2}, Butera Alejandro^{1 2}, Gómez Javier², Avilés Félix Luis^{1 2}

¹ Instituto Balseiro (IB), Universidad Nacional de Cuyo (UNCuyo), Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), R8402AGP San Carlos de Bariloche, Río Negro

² Instituto de Nanociencia y Nanotecnología (INN), (CNEA - CONICET), Nodo Bariloche, Av. Bustillo 9500, (8400) Bariloche, Río Negro, Argentina.

³ Facultad de Ciencias Físicas, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Peru

⁴ Institut Jean Lamour, (UMR-CNRS 7198), Université de Lorraine, Nancy, France

El *damping* o amortiguamiento magnético es un parámetro crítico que permite determinar qué materiales son ideales para el desarrollo de dispositivos de almacenamiento. El *damping* está relacionado con la energía que requieren para su funcionamiento y la velocidad a la que pueden operar. En los últimos años se ha prestado especial atención a la aleación hierro-cobalto debido a que presenta valores ultrabajos de *damping* (alrededor de 10^{-3}) en comparación con otras aleaciones a base de metales de transición. En este trabajo se determinaron los valores de *damping* en bicapas $\text{Fe}_{100-x}\text{Co}_x/\text{Pt}$ con $0 \leq x \leq 35$ en función de la concentración de Co. Para ello se realizaron mediciones de Resonancia Ferromagnética por espín torque (STFMR) a distintas frecuencias de excitación entre 6 GHz y 18 GHz. Esta técnica consiste en inyectar una corriente de alta frecuencia en la bicapa para excitar la magnetización del FeCo usando el campo Oersted que se genera debido a la capa de platino y al torque que produce la corriente de espín generada por el efecto Hall de espín. De esta forma, se determinó el valor del *damping* total y

se verificó que el sistema FeCo presenta un mínimo en el valor de *damping* $\alpha = 2 \times 10^{-3}$ a una concentración de Co del 20 %.

242. Evaluación de la eficiencia del óxido de zinc en la eliminación de iones amonio provenientes de diferentes sales

Lopez Larregina Guadalupe¹, Bertone Manuela¹, Sandoval Marisa^{1 2}, Cabeza Gabriela F.^{1 3}, Morgade Cecilia I. N.^{1 2 4}

¹ Universidad Nacional del Sur (UNS)

² Facultad Regional de Bahía Blanca (FRBB) Bahía Blanca

³ Instituto de Física del Sur (IFISur) Bahía Blanca

⁴ Universidad Nacional del Sur (UNS) Bahía Blanca, Departamento de Física

El amoníaco (NH_3) es un producto fácil de encontrar en ciertos efluentes industriales cuando es vertido sin tratamiento en cursos de agua y puede causar variados efectos contraproducentes en la vida acuática y la salud humana [1]. En medio acuoso, este gas se disuelve fácilmente y la mayor parte del amoníaco se transforma en la forma iónica amonio ($(NH_4)^+$). El amonio puede reaccionar con otros compuestos en el agua para formar cloraminas, que pueden causar problemas respiratorios, como irritación en los ojos, la nariz y la garganta. El consumo de agua con altos niveles de amonio puede causar problemas gastrointestinales, como náuseas, vómitos y diarrea. La degradación fotocatalítica se propone como un método factible en la descontaminación de aguas residuales para uso renovable, pero al momento existen pocos estudios donde se aplique al amonio. En la degradación de compuestos químicos suelen intervenir tres procesos principales: fotólisis, adsorción y fotocatalisis. La fotólisis consiste en la descomposición de una sustancia inducida exclusivamente por la absorción de luz, sin necesidad de un catalizador. En cambio, la adsorción implica la adherencia de moléculas gaseosas o líquidas a la superficie de un sólido (adsorbente), a través de interacciones físicas o químicas, sin que necesariamente ocurra una transformación de dichas moléculas. Por su parte, la fotocatalisis es una reacción química activada por la luz en presencia de un fotocatalizador (como ZnO), el cual genera especies reactivas —como radicales libres— que permiten la degradación de los compuestos previamente adsorbidos. Este proceso integra la adsorción inicial de las moléculas sobre el catalizador y su posterior transformación mediante los portadores fotoinducidos. En particular el ZnO se ha utilizado ampliamente como un tipo de material quimiorresistivo para la detección de gases/vapores [2] debido a su alta movilidad electrónica, alta estabilidad química, baja corriente de fuga y bajo costo de procesamiento.

El objetivo de este trabajo es estudiar de forma teórica, mediante cálculos de primeros principios empleando el código VASP [3] y experimental, la remoción por adsorción de amonio usando como fotocatalizador el óxido de zinc (ZnO) con una concentración de 1 g/L.

Las fuentes de amonio utilizadas para el desarrollo experimental fueron NH_4OH , NH_4Cl y $(NH_4)_2SO_4$, todas en una concentración de 40 mg/L. La determinación del nitrógeno orgánico se cuantificó utilizando una destilación por arrastre de vapor conocida como el método de Kjeldahl [4].

Los resultados mostraron un 11% de remoción de amonio por adsorción. La fotocatalisis aplicando luz UV a las muestras, no arrojó resultados que mostraran una mejora significativa en la remoción de amonio con respecto a la adsorción.

Según los cálculos, la superficie (001) con terminación oxígeno presenta una energía de adsorción más alta que con terminación zinc. A partir del análisis de densidad electrónica y de estados, se observa que el NH_3 pierde electrones, lo que debilita el enlace N–H cuando se adsorbe en el sitio con mayor energía de adsorción.

- [1] H. Yuzawa, T. Mori, H. Itoh, H. Yoshida, J. of Phys. Chem. C 116 (2012) 4126.
- [2] A. Nancy Anna Anasthasiya, P.K. Rai, B.G. Jeyaprakash, Mat. Chem and Phys. 214 (2018) 540-547.
- [3] G. Kresse, J. Furthmüller, J. Hafner, Phys. Rev. B. 49 (1994) 14251–14269.
- [4] Bradstreet, R. B. Anal. Chem. 26(1) (1954) 185-187.

243. Evaluación de nanotubos de titanato de sodio dopados con hierro, NaNT-Fe, para aplicaciones fotocatalíticas

Lostao Paula¹, Esteves Martín¹, Fernández-Werner Luciana¹, Faccio Ricardo¹

¹ Área Física, DETEMA, Facultad de Química, Universidad de la República de Uruguay (UDELAR)

La fotocatalisis heterogénea con semiconductores es una tecnología cada vez más utilizada para la degradación de contaminantes ambientales. Los nanotubos de titanatos de sodio NaNT producidos a partir del precursor TiO_2 anatasa son semiconductores que presentan gran área superficial y una estructura tubular que presenta mayor direccionalidad en la conducción de la carga, además de otras ventajas como su estabilidad y no toxicidad [1]. Por esta razón, pueden ser muy útiles en procesos de degradación de contaminantes, actuando como fotocatalizadores. En el proceso de fotocatalisis, los electrones de valencia son promovidos hacia la banda de conducción, dando lugar a reacciones redox que pueden resultar en la degradación de compuestos de interés. El dopado de este material con metales de transición como Fe permite la introducción de estados energéticos en el gap, lo que mejora sus propiedades fotocatalíticas ya que permite la transición de electrones desde la banda de valencia hacia la banda de conducción a menor energía [2]. Además de este efecto cabe mencionar la posible inclusión de vacancias de oxígeno generadas con el dopado, que aumentarían la reactividad de la superficie.

En este trabajo se presentará la síntesis de nanotubos dopados, NaNT-Fe, con su caracterización estructural y física (morfología, estructura cristalina, propiedades ópticas, propiedades eléctricas) y mostrando su acción fotocatalítica. La síntesis se realiza por método hidrotermal alcalino a partir del precursor TiO_2 anatasa dopado con hierro, y la caracterización incluye microscopía TEM, espectroscopía UV-Vis, difracción de rayos X y espectroscopía de impedancia.

Se presentará, además, una comparación experimental entre la eficiencia de fotodegradación para los nanotubos dopados, NaNT-Fe, y los nanotubos prístinos, NaNT. Para este estudio, se realizó un análisis de la cinética de degradación de azul de metileno (MB), utilizado como colorante modelo, bajo luz proveniente de un simulador solar en condiciones AM 1.5.

[1] M. Esteves, L. Fernandez-Werner, F. Pignanelli, M. Romero, M. R. Chialanza, R. Faccio and A. W. Mombru, *Ceramics International* 46 (2020) 2877.

[2] M. Esteves, L. Amy, L. Fernandez-Werner, R. E. Marotti, R. Faccio and A. W. Mombru, *The Journal of Physical Chemistry C* 127 (2023) 19189.

244. Estudio DFT comparativo de clusters de MgH_2 con sustituciones isomórficas de Mg

Luna Romina¹, Juan Julian¹, Bechthold Pablo Ignacio¹, Reimers Walter Guillermo¹

¹ Dpto. Física-IFISUR, Universidad Nacional del Sur

En este trabajo se investigaron mediante cálculos spin-polarized DFT (VASP) [1] las propiedades estructurales, electrónicas y magnéticas de clusters de $(\text{MgH}_2)_n$ ($n = 2-4$) dopados con metales alcalinos (Li, Na, K, Be, Ca), de transición (Sc, Ti, V, Cr, Fe, Co, Cu, Zn) y el metaloide B [2,3]. Para los sistemas puros, se encontró que la energía de cohesión (E_{coh}) aumenta con el tamaño del cluster (-4.86 eV para $n=2$ hasta -5.39 eV para $n=4$), mostrando

band gaps entre 2.56-4.36 eV y ausencia de magnetismo. Los metales alcalinos introducen comportamientos distintivos: Li, Na y K generan magnetismo constante ($1 \mu_B$), mientras Be y Ca son no magnéticos. El Be destaca por su alta estabilidad (E_{coh} hasta -6.18 eV), seguido de Ca (-5.76 eV), contrastando con Na, que muestra la menor estabilidad (-2.47 eV). La dureza química varía significativamente: en el caso de Be se observaron los valores más altos (hasta 2.70 eV), indicando mayor resistencia a la deformación electrónica, mientras K y Na muestran los más bajos (0.01-1.33 eV). En los metales de transición, Ti, V y Co exhiben las E_{coh} más negativas (hasta -6.45 eV), con momentos magnéticos elevados (2.0-5.1 μ_B). El metaloide B sobresale por su excepcional estabilidad (E_{coh} hasta -8.01 eV) y magnetismo constante ($1 \mu_B$). Respecto a las propiedades electrónicas, el dopaje con Sc y Ti reduce drásticamente el band gap (hasta 0.07 eV), mientras el Zn mantiene gaps altos (3-4 eV). B muestra un rango singular de gaps (0.09-1.66 eV), sugiriendo capacidad de modulación electrónica. Comparativamente, los metales de transición y B optimizan mejor la estabilidad y magnetismo, mientras los alcalinos (excepto Be/Ca) tienden a desestabilizar el sistema. Esta dualidad se refleja en las propiedades electrónicas: los gaps más reducidos aparecen con Ti, Sc y B, mientras los alcalinos mantienen gaps intermedios. Los resultados demuestran que la elección del dopante permite controlar selectivamente la estabilidad, magnetismo y respuesta electrónica en clusters de MgH_2 , con implicaciones en almacenamiento de hidrógeno y materiales magnéticos.

[1] <https://www.vasp.at/>

[2] L. Schlapbach and A. Züttel, Nature 414 (2001) 353.

[3] I. P. Jain, C. Lal and A. Jain, Int. J. Hydrog. Energy 35 (2010) 5133.

245. Hidrodinámica de nanopartículas magnéticas en suspensión: caracterización mediante balanza analítica e imán permanente.

Medina Josefina Eleonora^{1 2}, Bruvera Ignacio^{1 2}, Rabal Heinrich Sebastian¹, Mendoza Zélis Pedro^{1 3}, Pasquevich Gustavo^{1 3}

¹ Instituto de Física de La Plata (IFLP), Universidad Nacional de La Plata (UNLP)

² Facultad de Ciencias Exactas (FCE), Ciudad de La Plata

³ Facultad de Ingeniería (FI), Ciudad de La Plata

El comportamiento hidrodinámico de nanopartículas magnéticas (NPM) en suspensión constituye un factor relevante para varias aplicaciones de estos sistemas como la remediación ambiental, el calentamiento magnético y la acción magnetomecánica. La respuesta de las NPM a campos magnéticos tanto variables como estáticos, y sus gradientes, está condicionada por la interacción entre las partículas y el medio que las soporta. Esta interacción regula la movilidad traslacional y rotacional de las NPM afectando directamente el rendimiento de las mismas en cada aplicación. A su vez, el comportamiento hidrodinámico de una muestra de NPM puede ser utilizado para obtener parámetros representativos como el diámetro hidrodinámico o el momento magnético medio.

En este trabajo se discute y se elabora la posibilidad de usar una balanza analítica para estudiar el proceso de decantado de micropartículas magnéticas nanoestructuradas bajo la acción del campo de un imán permanente. Se propone el registro de la evolución del peso aparente de un imán permanente sobre balanzas analíticas de diferentes precisiones (1 mg y 0.01 mg), siendo este el promotor del decantado de una suspensión acuosa de micropartículas magnéticas en un vial colocado sobre el imán. Las partículas utilizadas se conforman de nanopartículas de Fe_3O_4 sintetizadas por coprecipitación, unidas por SiO_2 en agregados micrométricos de aproximadamente $2 \mu\text{m}$ de diámetro.

Se ponderan los diferentes modos que dispone la balanza analítica para su registro, y se discute la

pertinencia de los mismos para este tipo de análisis. Se realizan caracterizaciones de las partículas en medios de diferente viscosidad, utilizando soluciones azucaradas de diferente concentración (entre 1 mPa.s y 12mPa.s).

Los registros muestran un cambio en la escala temporal que resulta inversamente proporcional al aumento en la viscosidad. Se presentan modelos sencillos basados en la respuesta de una partícula esférica ante la presencia de una fuerza de arrastre magnético y una fuerza viscosa del tipo Stokes.

246. Detectores de partículas ionizantes basados en centelladores plásticos acoplados a transistores de GaN

Molina Nicolas Agustin^{1 2}, Gómez Andrade Victoria Alejandra^{1 2}, Di Donato Andrés^{1 3}, Pérez María Dolores^{1 2}, Giudici Paula^{1 2}

¹ Instituto de Nanociencia y Nanotecnología (INN), CNEA-CONICET

² Departamento de Física de la Materia Condensada, Centro Atómico Constituyentes (CAC)

³ Departamento de Micro y Nanotecnología, Centro Atómico Constituyentes (CAC)

La detección de radiación ionizante puede realizarse mediante diversos métodos, entre los que se destacan los detectores de centelleo, los tubos Geiger-Müller y los detectores de estado sólido basados en semiconductores. En particular, los detectores de silicio se utilizan ampliamente por su capacidad para convertir directamente la energía de las partículas ionizantes en señales eléctricas. Sin embargo, estos dispositivos presentan limitaciones en entornos extremos: su alta sensibilidad térmica incrementa la corriente de fuga y reduce la relación señal/ruido, y la exposición prolongada a la radiación puede deteriorar la red cristalina, afectando la eficiencia de recolección de carga [1]. Además, la estrecha banda prohibida del silicio (~ 1.12 eV) lo hace susceptible a la luz visible, lo que restringe su aplicación en detección espectralmente selectiva [2].

Ante estas limitaciones, se propone el uso de semiconductores del grupo III-nitruro, en particular el nitruro de galio (GaN), como alternativa robusta y resistente a la radiación. Estos materiales (como GaN, AlN e InN) se destacan en aplicaciones de electrónica de potencia y optoelectrónica (LEDs, láseres, HEMTs) debido a su amplio band-gap, elevada rigidez dieléctrica, alta energía de desplazamiento y excelente estabilidad térmica [3]. Estas características les confieren una notable resistencia a ambientes hostiles, incluyendo altas dosis de radiación [4], lo que los hace especialmente adecuados para aplicaciones en física de altas energías, ciencia nuclear e instrumentación espacial. Si bien su sensibilidad directa a partículas ionizantes puede ser inferior a la de detectores volumétricos, su excelente respuesta en el rango ultravioleta [5] y su tolerancia a la radiación [6-8] los convierten en candidatos prometedores para ser integrados con centelladores como sensores ópticos compactos y robustos en novedosos sistemas de detección.

En este trabajo se explora un esquema híbrido que combina centelleadores plásticos que absorben radiación ionizante y la reemiten en el ultravioleta (UV), acoplados espectralmente a transistores de alta movilidad electrónica (HEMTs) basados en GaN. Esta configuración permite desarrollar un sistema sensible al UV y resistente a la radiación, donde el centellador actúa como conversor espectral y, al mismo tiempo, como barrera protectora para el transistor, prolongando su vida útil en condiciones adversas. Se evalúan diferentes formulaciones de centelleadores, incluyendo poliestireno (PS), PS dopado con naftaleno (PS/Naph), poliviniltolueno (PVT) y PVT dopado con nanopartículas de CeF_3 (PVT/ CeF_3). Se puso a prueba tanto la capacidad de detección como la posibilidad de calibración del sistema completo, utilizando haces de protones provistos por el acelerador TANDAR de la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA).

[1] A. Oblakowska-Mucha, Acta Phys. Polon. B 48 (2017) 1707.

[2] I. Vurgaftman et al, J. Appl. Phys. 89 (2001) 5815.

- [3] M Meneghini et al, J. Appl. Phys. 130 (2021) 181101.
- [4] S. J. Pearton et al, ECS J. Solid State Sci. Technol. 5 (2015) Q35.
- [5] M. Sharma et al, Mater. Sci. Semicond. Process. 187 (2025) 109134.
- [6] X. Hu et al, IEEE Trans. Nucl. Sci. 51 (2004) 293.
- [7] L. Liu et al, J. Vac. Sci. Technol. B 31 (2013) 022201.
- [8] M. P. King et al, IEEE Trans. Nucl. Sci. 62 (2015) 2912.

247. Propiedades ópticas de nanoestructuras de SnS dopadas con metales de transición

Sánchez Castillo S.¹, Oliva M. I.^{1 2}, Carraro M. P.^{3 4}, Aguirre M. C.², Zandalazini C. I.^{1 2}

¹ Grupo Ciencia de Materiales, Facultad de Matemática Astronomía, Física y Computación (FAMAF), Universidad Nacional de Córdoba (UNC)

² Instituto de Física Enrique Gaviola (IFEG), Córdoba Capital, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

³ Centro de Investigación y Tecnología Química (CITeQ) Córdoba Capital, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

⁴ Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba (UNC)

Entre las características principales del monosulfuro de estaño (SnS), se puede destacar su alta absorción de energía en el rango del espectro solar, y además de ser un material no contaminante, es de bajo costo debido a la abundancia de los elementos que lo componen. A partir de su dopaje, es posible mejorar la eficiencia fotocatalítica ampliando su rango de energía absorción y controlando la tasa de recombinación de pares electrón-hueco, lo cual además es fuertemente dependiente de las dimensiones finales a las que se alcanza según el método de síntesis utilizado. Estas características potencian su capacidad para degradar contaminantes orgánicos y metales pesados en aguas residuales bajo luz solar, promoviendo tecnologías sostenibles y de bajo costo para el tratamiento ambiental [1]. En este trabajo presentaremos un estudio sistemático sobre el rol del elemento dopante en las propiedades ópticas de nanoestructuras de monosulfuro de estaño (SnS). Se emplearon dos métodos de síntesis; aleado mecánico y síntesis solvotermal, y en ambos casos se consideraron dopajes con Ni y Co ($Sn_xY_{1-x}S$; Y=Co, Ni, x=0.03, 0.06), además de las síntesis del sistema puro. Para la caracterización estructural se empleó la técnica de difracción de RX, y para el estudio de las propiedades ópticas se consideraron mediciones de absorbancia con un barrido en longitud de onda entre 200–1000 nm.

[1] A. Chakravorty and S. Roy, Sus. Chem. Envir. 8 (2024) p100155.

248. Entrelazamiento anisotrópico en nubes de Kondo

Orlandini Adelina^{1 2}, Blesio German^{1 2}, Lisandrini Franco³, Gazza Claudio^{1 2}, Manuel Luis^{1 2}

¹ Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura (FCEIA), Rosario

² Instituto de Física Rosario (IFIR)

³ Physikalisches Institut, University of Bonn, Bonn, Germany

Desde la explicación teórica del efecto Kondo, la existencia de la llamada nube de Kondo ha captado la atención de la comunidad. Esta nube de electrones forma un singlete con la impureza, lo que provoca un apantallamiento del espín de esta última. El entrelazamiento juega un papel crucial en este proceso, presentando un comportamiento único. En los últimos años, el cómo se distribuye el entrelazamiento dentro y fuera de la nube se ha convertido en un tema de creciente interés [1]. En el caso de los sistemas Kondo con más de un canal de conducción, el entrelazamiento se vuelve aún más complejo debido a que los electrones de cada canal compiten por

apantallar la impureza [2], pudiendo dar origen a estados electrónicos exóticos, como líquidos de no-Fermi, o líquidos de Fermi singulares.

En este trabajo estudiamos la distribución del entrelazamiento en un modelo de Anderson de dos canales con una impureza de espín $S = 1$ en donde los acoplamientos a los canales son anisotrópicos. Usando el método de renormalización de la matriz densidad (DMRG), exploramos la distribución espacial de la nube y su entrelazamiento tanto con la impureza como con el resto de los electrones de conducción. Específicamente, mostramos cómo la anisotropía en los acoplamientos genera una desigualdad manifiesta en las nubes de Kondo asociadas a cada baño de conducción. Cuantificamos este fenómeno mediante el estudio de medidas de entrelazamiento como la negatividad, revelando cómo la estructura de la nube se altera progresivamente al aumentar la anisotropía.

[1] A. Bayat, P. Sodano and S. Bose, Phys. Rev. B 81 (2020) 064429.

[2] J. Shim, D. Kim and H. S. Sim, Nat Commun. 14 (2023) 3521.

249. Fabricación de películas delgadas epitaxiales de PZT por la técnica de ablación láser

Barilari A.¹, Paz B. N.¹, Jimenez G. E.², Róldan V.³, Pellegrini N.³, Bridoux G.^{2 1}, Villafuerte M.^{2 1}

¹ Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología (FACET), Universidad Nacional de Tucumán (UNT), Laboratorio de Física del Sólido.

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

³ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Instituto de Física Rosario (IFIR)

En los últimos años han surgido una serie de materiales ferroeléctricos de fabricación sencilla y con características prometedoras para aplicaciones en memorias no volátiles como su baja coercitividad, sus altos valores de polarización de remanencia y su durabilidad frente a los ciclados de campo eléctrico. Entre estos materiales destaca el $Pb[Zr_{1-x}Ti_x]O_3$ (PZT), el cual entre otras aplicaciones se empleó en la primera fabricación en serie de transistores ferroeléctricos (FeFET). En ese contexto, en el presente trabajo se fabricaron películas delgadas de $Pb[Zr_{1-x}Ti_x]O_3$ (PZT) sobre sustratos de $SrTiO_3$ (001) usando la técnica de ablación láser empleando pastillas (o targets) de fabricación propia. Estudios de difracción de rayos X incluyendo reflectividad de rayos X (XRR) mostraron que las películas de PZT obtenidas crecieron de manera epitaxial en la dirección (001) con muy baja rugosidad superficial. Finalmente, se desarrolló el método de Sawyer-Tower para caracterizar los ciclos de histéresis de polarización en estas películas delgadas.

250. Análisis de la respuesta de transporte eléctrico y magnético de heteroestructuras basadas en $BaSnO_3$ y $La_{0.7}Sr_{0.3}MnO_3$

Pérez Albert Ana Sofía^{1 2}, Bridoux Germán^{1 3 2}, Ferreyra Jorge^{1 3 2}, Navarro Carolina⁴, Villafuerte Manuel^{1 3 2}, Tolosa Martín Rodrigo^{1 3 2}

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

² Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Laboratorio de Física del Sólido (LAFISO), Universidad Nacional de Tucumán (UNT)

³ Instituto de Física del Noroeste Argentino (INFNOA), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

⁴ Química Inorgánica, Facultad de Bioquímica y Farmacia, Universidad Nacional de Tucumán (UNT)

Debido a su gran variedad de propiedad electrónicas, magnéticas, estructurales y ópticas, los óxidos complejos con estructura tipo perovskita representan un gran interés en la física del estado sólido [1,2]. La posibilidad de crecer películas delgadas epitaxiales con esta estructura ha permitido el desarrollo de heteroestructuras, sistemas multicapa donde las interfaces entre materiales distintos pueden dar lugar a fenómenos emergentes no presentes en los componentes individuales [3,4].

En este trabajo se estudiarán heteroestructuras formadas por películas ultradelgadas (3nm de espesor) de BaSnO_3 depositadas sobre $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{MnO}_3$, crecidas epitaxialmente mediante deposición de láser pulsado (PLD, del inglés Pulsed Laser Deposition) sobre un sustrato monocristalino de SrTiO_3 orientado en la dirección (001). La integración de BSO sobre LSMO da lugar a una interfaz que combina un semiconductor transparente con un conductor ferromagnético, generando un sistema de alto interés tanto desde el punto de vista fundamental como para aplicaciones en dispositivos multifuncionales. En particular, este tipo de heteroestructuras es prometedor para el desarrollo de sensores ópticos y magnéticos, fotodetectores y dispositivos espintrónicos, donde se busca controlar la respuesta eléctrica mediante estímulos externos como la luz y el campo magnético [5,6].

El propósito de este trabajo es caracterizar estas heteroestructuras en un rango de temperaturas comprendido entre 30 y 300 K, evaluando su comportamiento bajo distintas condiciones: con o sin iluminación, a diferentes intensidades de luz, y en presencia o ausencia de campo magnético. Entre los resultados más relevantes, se observa que la aplicación de un campo magnético provoca un desplazamiento de la Temperatura de Curie (T_c) hacia valores más altos. Asimismo, la fotoconductividad presenta un aumento significativo por debajo de la temperatura asociada a la transición estructural cúbico-tetragonal del SrTiO_3 .

[1] J. Mannhart and D. G. Schlom, Science 327 (2010) 1607.

[2] H. Y. Hwang, Y. Iwasa, M. Kawasaki, B. Keimer, N. Nagaosa and Y. Tokura, Nat. Mater. 11 (2012) 103.

[3] P. Zubko, S. Gariglio, M. Gabay, P. Ghosez and J.-M. Triscone, Annu. Rev. Condens. Ma. P. 2 (2011) 141.

[4] D. G. Schlom, L.-Q. Chen, X. Pan, A. Schmehl and M. A. Zurbuchen, J. Am. Ceram. Soc. 91 (2008) 2429.

[5] X. Zhang et al, Nanoscale 16 (2024) 3081.

[6] R. J. Choudhary et al, Mater. Today: Proceedings 66 (2022) 1819.

251. Caracterización micro estructural y conductimétrica mediante corrientes inducidas de aleaciones Al-Si solidificadas rápidamente

Pichipil Huircapan Marcela F.^{1, 2}, Mendez San Antonio Sara A.², Pianetti María De Las Mercedes³

¹ *Universidad de Buenos Aires (UBA) San Nicolas, Instituto de Tecnologías y Ciencias de la Ingeniería "Hilario Fernández Long" (INTECIN) San Telmo, Grupo de Arqueometalurgia, Fac. de Ing., Paseo Colón 850, C.A.B.A., Argentina.*

² *Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires (FIUBA) San Telmo, Laboratorio de metalografía, Dpto. de Mecánica, Av. Paseo Colón 850, C.A.B.A., Argentina.*

³ *Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) Villa Maipu, Laboratorio de Microscopia Electronica, Subgerencia Operativa de Mecánica y Logística. Av. General Paz 5445, San Martín, Bs. As*

Las aleaciones Al-Si convencionales, como la eutéctica AA-4032, se utilizan ampliamente en pistones de motores de combustión interna debido a su buena combinación de propiedades

a temperaturas intermedias. Una mejora significativa en estas propiedades puede lograrse aumentando la fracción de Si. Sin embargo, las técnicas convencionales de colada para aleaciones hipereutécticas generan microestructuras con grandes placas de Si, lo que reduce su conformabilidad plástica. Las técnicas de solidificación rápida (S.R.), como el *Melt-spinning* o la atomización gaseosa, permiten refinar la microestructura, obteniendo partículas de Si esferoidales menores a 5 μm . Posteriormente, a través de procesos de conformación plástica, se obtienen piezas en forma de barras o perfiles extruidos que presentan mayor módulo de Young, mejor resistencia mecánica y al desgaste, y un coeficiente de dilatación térmica inferior al de la aleación AA-4032.

La inspección por corrientes inducidas es una técnica no destructiva basada en la generación de corrientes eléctricas en materiales conductores mediante campos electromagnéticos alternos, producidos por bobinas ubicadas en la sonda de inspección. La interacción entre estas corrientes y el material modula la impedancia eléctrica de la sonda, permitiendo inferir propiedades del material sin contacto eléctrico directo. Esta técnica permite determinar la resistividad eléctrica de las aleaciones y su variación con el contenido de Si y la microestructura resultante.

En este trabajo se estudia el comportamiento de una aleación Al-Si solidificada rápidamente con 30% en peso de Si, y la aleación AA-4032 con 12% en peso de Si, aproximadamente. Las muestras fueron fabricadas mediante "Melt-Spinning", compactadas por prensado hidrostático en caliente y extrusión. Todas las barras fueron provistas por la empresa RSP Technology B.V.

Dado que se ha observado un aumento en el tamaño y morfología de los poros, y eventualmente de la porosidad —con la consecuente variación o disminución de la dureza— en materiales tratados térmicamente, en el presente estudio se realizaron tratamientos de solubilización a distintas temperaturas durante una hora, con el objetivo de identificar la condición térmica óptima para minimizar estos efectos adversos. La caracterización microestructural se realizó mediante Difracción de Rayos X, Microscopía Óptica y Microscopía Electrónica de Barrido (SEM), complementada con Análisis Químico por Energía Dispersiva de Rayos X (EDS).

La resistividad eléctrica de las muestras se midió utilizando sondas superficiales de corrientes inducidas y equipos conductimétricos calibrados con distintas referencias. Esta propiedad, además de su valor intrínseco, se considera un parámetro útil para el análisis indirecto de la microestructura: puede reflejar la cantidad y distribución del Si, el grado de solubilidad de elementos aleantes, la presencia de porosidad o defectos, y el tamaño de grano. Asimismo, permite inferencias sobre el comportamiento térmico del material, ya que guarda relación con la conductividad térmica, crucial en pistones expuestos a ciclos térmicos severos. Por su carácter no destructivo, esta técnica es además valiosa para el control de calidad industrial y monitoreo de procesos térmicos.

Complementariamente, se evaluaron propiedades mecánicas mediante ensayos de microdureza Vickers. Se discute la influencia del contenido de Si y las características microestructurales sobre la resistividad, las gráficas de impedancia y la respuesta mecánica de las aleaciones. Los resultados permiten establecer correlaciones entre el refinamiento microestructural logrado por solidificación rápida, la conductividad eléctrica y el desempeño mecánico, aportando información clave para su aplicación en componentes de alto rendimiento térmico y mecánico.

252. Evaluación de energías de activación relacionadas con el proceso de deshidroxilación de la caolinita empleando métodos computacionales

Polcowñuk Iriarte Ivan Aitor¹, Richard Diego¹, Rendtorff Nicolas¹

¹ Centro de Tecnologías de Recursos Minerales y Cerámica (CETMIC) Manuel B. Gonnet, Universidad Nacional de La Plata (UNLP) Ciudad de La Plata

La caolinita ($\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$) es la fase cristalográfica principal del caolín, una arcilla natural

con múltiples aplicaciones industriales [1]. Muchas de estas aplicaciones implican tratamientos térmicos durante los cuales la caolinita se deshidroxila, dando lugar a metacaolín ($Al_2Si_2O_7$), un aluminosilicato no cristalino difícil de caracterizar experimentalmente [2]. Este proceso ocurre típicamente entre 400 y 650 C.

En este trabajo se estudia la deshidroxilación de caolinita mediante cálculos basados en la Teoría del Funcional de la Densidad (DFT) combinados con el método Nudged Elastic Band (NEB) [3], con el objetivo de identificar rutas de reacción viables y caracterizar sus energías de activación (E_a) y reacción (Q). Para ello se utilizó el método de ondas planas y pseudopotenciales de acuerdo con el paquete de código abierto Quantum Espresso [4]. Se evaluaron cinco mecanismos distintos de formación de agua, involucrando migraciones protónicas entre (OH) interlaminares (OH_{out}) e interiores (OH_{inn}), analizados en tres contextos estructurales: i) el sistema *bulk*, ii) superficies expuestas (*slabs*), y iii) sistemas con extracción explícita de la molécula formada (*slab_{water}*).

Los resultados muestran que la capa octaédrica de la caolinita es más susceptible a deformaciones que la capa tetraédrica. La molécula de H_2O generada presenta distintos grados de distorsión según el entorno local. Las energías de activación disminuyen sistemáticamente desde configuraciones *bulk* (85 kcal.mol^{-1}) hacia *slabs* con relajación completa (58 kcal.mol^{-1}), en buena concordancia con valores experimentales. Las energías de reacción indican que las configuraciones finales más estables se obtienen cuando se permite una relajación completa del sistema. Estos resultados ofrecen una base sólida para el modelado multiescala de la deshidroxilación de caolinita. La metodología empleada (DFT + NEB + modelado de slabs) permite captar con precisión tanto los aspectos cinéticos como termodinámicos del proceso, y puede extenderse en el futuro al estudio de defectos estructurales e impurezas.

[1] Schroeder, P. A., & Erickson, G. (2014). Elements, 10 177-182.

[2] Izadifar, M., et al. (2020). Clays and Clay Minerals 68, 319-333.

[3] Jónsson, H., Mills, G., & Jacobsen, K. W. (1998). Nudged elastic band method for finding minimum energy paths of transitions. In Classical and quantum dynamics in condensed phase simulations (pp. 385-404).

[4] Giannozzi, P., et al. (2017). Journal of physics: Condensed matter 29, 465901.

253. Caracterización por dispersión de rayos X de ángulo pequeño (SAXS) del llenado de poros en biocarbones

Paz Guadalupe¹, Ponzio Rodrigo Andrés¹, Reviglio Ana Lucía^{1 2}, Otero Manuel^{1 2}

¹ Universidad Nacional de Río Cuarto (UNRC) Río Cuarto, Departamento de Física

² Instituto de Investigaciones en Tecnologías Energéticas y Materiales Avanzados (IITEMA) CO-NICET - UNRC

La dispersión de rayos X de ángulo pequeño (SAXS) y de ángulo amplio (WAXS) son técnicas no destructivas que permiten analizar la estructura nanométrica de materiales, proporcionando información estadística sobre su morfología, porosidad y superficie específica en un rango de tamaños de 1 nm a 300 nm [1]. Estas técnicas son especialmente útiles para estudiar materiales porosos, como los biocarbones, los cuales tienen aplicaciones en diversas áreas como la catálisis [2], adsorción de contaminantes [3] y, más recientemente, el desarrollo de electrodos para baterías [4].

En este trabajo, se investigó la distribución de agregados de azufre (S) y dióxido de estaño (SnO_2) incorporados en matrices porosas de biocarbón, con el objetivo de determinar si estos compuestos se depositan preferentemente en la superficie externa o si logran penetrar en los poros del material. Para ello, se realizaron mediciones experimentales en el equipo SAXS/WAXS de la Universidad Nacional de Río Cuarto, comparando muestras con y sin agregados.

Mediante el contraste de densidad electrónica entre el biocarbón y los agregados, junto con el invariante de Porod, se estimó la fracción de llenado de los poros en las distintas muestras. Además, se aplicaron modelos de ajuste de Guinier y Porod. Con este último y a través de la constante de Porod, se calculó la superficie específica de la interfase para distintos biocarbones. Los resultados indicaron que, en algunas muestras, los agregados alcanzaron un llenado significativo de los poros, mientras que en otras su penetración fue solo parcial.

Este trabajo demuestra la utilidad de SAXS/WAXS para caracterizar la distribución de nanomateriales en matrices porosas, lo cual es relevante para optimizar el diseño de biocarbones en aplicaciones tecnológicas.

[1] A Guinier and G Fournet, *Small-Angle Scattering of X-Rays* (John Wiley & Sons, 1955).

[2] J Lee et al., *Renew. Sustain. Energy Rev.* 77 (2017) 70.

[3] M Ahmad et al., *Chemosphere* 99 (2014) 19.

[4] WJ Liu, H Jiang and HQ Yu, *Energy Environ. Sci.* 12 (2019) 1751.

254. Caracterización computacional de la aleación NiTi utilizando dinámica molecular *ab initio*

Quintanilla Francisco N.¹, Lavizzari Marcos¹, 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 [1]. 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 teóricamente la estructura y la evolución de las propiedades de la aleación en función de la temperatura, a través de cálculos de primeros principios utilizando el código VASP[2]. Se optimizaron distintas configuraciones estructurales, y los parámetros de celda obtenidos mostraron buena concordancia con los valores experimentales reportados en la literatura. Además, se emplearon simulaciones de dinámica molecular *ab initio* asistidas por *machine learning* para analizar la transformación estructural en función de la temperatura.

[1] K. Otsuka y X. Ren, *Progress in Materials Science*, 50, 511–678 (2005).

[2] G. Kresse y J. Hafner, *Phys. Rev. B* 49, 14251 (1994).

255. Dinámica de ondas de espín y anisotropías magnéticas en películas delgadas de $\text{Fe}_{0.89}\text{Ga}_{0.11}$: Influencia de la presión de argón en la constante de stiffness

Ramírez Gerardo¹, Gómez Javier², Butera Alejandro², Milano Julián²

¹ *Universidad Argentina de la Empresa (UADE) Monserrat*

² *Centro Atómico Bariloche (CAB) San Carlos de Bariloche*

En este trabajo presentamos un estudio sobre la influencia de la presión de argón (P_{Ar}) durante el crecimiento por sputtering en la dinámica de ondas de espín en películas delgadas de $\text{Fe}_{0.89}\text{Ga}_{0.11}$. Para investigar las propiedades magnéticas dinámicas, en particular las ondas de espín estacionarias, se realizaron mediciones de resonancia ferromagnética (FMR). Estas revelaron

que las muestras crecidas a baja P_{Ar} presentan anclajes de espín rígidos en la superficie de la película, lo que atribuimos a una combinación de alta tensión residual y textura magnética uniforme [1,2]. En contraste, las películas crecidas a presiones más elevadas muestran una relajación parcial del anclaje de espín en las interfaces, asociada a inhomogeneidades magnéticas [1,2]. Los resultados se interpretaron utilizando el modelo de dinámica de espín de Kittel [3] para condiciones de anclaje rígido y el modelo de Portis [4] para anclaje semi-rígido, de acuerdo con el análisis espectral de las ondas de espín y su correlación con la evolución químico-estructural de las muestras. Finalmente, se estudió la evolución de las anisotropías magnéticas y de la constante de stiffness con el aumento de P_{Ar} , observándose una modificación de la estructura magnética atribuible a la incorporación de impurezas. Estos resultados aportan información relevante para el control de excitaciones de ondas de espín, lo que resulta fundamental en la optimización de materiales magnetostrictivos para aplicaciones en dispositivos magnónicos.

[1] G. Ramírez, A. E. M. Rizzo, J. Gómez, F. Malamud, L. Rodríguez, D. Frenegat, G. Bernardi, A. Butera, J. Milano, Mater. Charact. 171 (2021) 110790.

[2] G. Ramírez, F. Malamud, J. Gómez, L. Rodríguez, D. Frenegat, A. Butera, J. Milano, J. Magn. Magn. Mat. 483 (2019) 143–151.

[3] C. Kittel, Excitation of spin waves in a ferromagnet by a uniform RF field, Phys. Rev. 110 (1958) 1295–1297.

[4] A. Portis, Appl. Phys. Lett. 2 (4) (1963) 69–71.

256. Funcionalización de nanopartículas magnéticas obtenidas a partir de un residuo de la industria electroless: síntesis, caracterización y posible aplicación como adsorbente del colorante azul de metileno

Alvian Yañez Roxana Belén^{1, 2}, Martinez Stagnaro Susana Yamila³, Ramos Susana Beatriz^{1, 2}

¹ Instituto de Investigación y Desarrollo en Ingeniería de Procesos, Biotecnología y Energías Alternativas, CONICET-UNCo

² Departamento de Física, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional del Comahue, Neuquén

³ Departamento de Fisicoquímica y Control de Calidad, Gerencia Complejo Tecnológico Pilcaniyeu, Centro Atómico Bariloche, CNEA

La contaminación ambiental por metales ha aumentado en las últimas décadas debido al desarrollo industrial, tecnológico y urbano. Esto es preocupante debido a su alta toxicidad, persistencia y no biodegradabilidad, lo que propicia su acumulación en el medio ambiente. Entre las industrias que generan efluentes con alto contenido en metales, la industria del recubrimiento metálico es una de las principales contribuyentes. En este trabajo se investiga la reutilización de un residuo de la industria del niquelado para sintetizar nanopartículas magnéticas de níquel (Ni-NPs) funcionalizadas con el tensioactivo dodecilsulfato de sodio (SDS) [1]. El efluente residual contiene una concentración de 8.36 g/L de Ni y en menor concentración, otros elementos derivados de los baños químicos y piezas a recubrir. Se propone un tratamiento del residuo con un doble propósito, eliminar el metal disuelto de la solución, y a su vez recuperarlo para su reutilización, en este caso como adsorbente de colorantes, aprovechando las propiedades magnéticas del material, que favorecería la separación del adsorbente del medio acuoso. Las NPs de Ni son sintetizadas por reducción química y precipitación utilizando un residuo de la industria de niquelado electroless e hidracina (N_2H_4) como agente reductor. Este procedimiento permitió obtener un precipitado (RH) de NPs de Ni cuya composición es 99.36 % Ni y 0.64 % Fe, con morfología esférica, tamaño de cristalita de 8-11 nm y comportamiento ferromagnético [2]. Se probaron dos rutas de funcionalización: la Ruta 1 implicó la funcionalización in situ durante la reacción de precipitación de níquel (RHS), mientras que la Ruta 2 incluyó, tras la síntesis del precipitado RH, una etapa de

oxidación superficial suave y luego otra de contacto con el tensioactivo (RHoxS). Las partículas de Ni de ambas rutas mostraron morfología esférica y tamaños de cristalito ligeramente mayor a los de las partículas sin funcionalizar, entre 10 y 15 nm, respectivamente. Las partículas funcionalizadas presentaron superficies irregulares y puntiagudas, más evidentes en RHoxS. El carácter ferromagnético se redujo en ambas muestras, y todos los precipitados presentaron valores de potencial zeta negativos inferiores a 30 mV en el rango de pH de 2 a 12.

Se estudia el potencial uso de las NPs-Ni/SDS como adsorbentes del colorante catiónico azul de metileno, utilizando el precipitado de la ruta 2 que mostró una funcionalización efectiva. Para obtener información sobre el proceso de adsorción, se analizan los modelos isotérmicos de adsorción de Langmuir, Freundlich y Temkin. Las pruebas batch realizadas a temperatura ambiente y pH 6 se ajustan mejor al modelo de Freundlich ($R^2 = 0.9633$), lo que sugiere una superficie heterogénea y un proceso de adsorción física. El modelo de Langmuir estima una capacidad máxima de adsorción de 5.51 mg/g, lo que indica el potencial del material para la eliminación de colorantes en aguas residuales. Finalmente, con este tratamiento, además de la obtención de las NPs-Ni/SDS, se logró disminuir la concentración del metal disuelto en un 99.64%.

[1] R. B. Alvian Yañez, S. Y. Martinez Stagnaro and S. B. Ramos, Mater. Sci. Eng B-Adv 321 (2025) 118498.

[2] S. Martinez Stagnaro, C. Mesquida, R. Zysler, F. Stábile, R. Alvian Yañez, A. Soldati and S. Ramos, J. Magn. Magn. Mater. 611 (2024) 172594.

257. Estudio DFT de clusters de MgH_2 puros y dopados con metales de transición: estabilidad, magnetismo y propiedades electrónicas

Reimers Walter Guillermo¹, Juan Julian¹, Bechthold Pablo Ignacio¹, Luna Romina¹

¹ Dpto. Física- IFISUR, Universidad Nacional del Sur, Av. Alem 1253, Bahía Blanca Argentina

En este trabajo, se investigaron mediante cálculos *spin-polarized* DFT (VASP) [1] las propiedades estructurales, electrónicas y magnéticas de pequeños *clusters* de MgH_2 , tanto en su forma pura como dopados con metales de transición (Sc, Ti, V, Cr, Fe, Co, Cu, Zn) y el metaloide B [2-3].

Se estudiaron *clusters* de $(\text{MgH}_2)_n$ con tamaños $n = 2, 3$ y 4 , donde para $n = 2$ y 3 se analizaron tres configuraciones geométricas distintas (I, II, III), mientras que para $n = 4$ se consideraron siete arreglos estructurales diferentes (I–VII), observándose que el dopaje con metales de transición generó configuraciones adicionales debido a la pérdida de simetría en alguno de los *clusters* estudiados.

Los resultados revelan que los *clusters* puros de MgH_2 presentan configuraciones geométricas estables, con energías de cohesión (E_{coh}) que aumentan con el tamaño del *cluster*, desde -4.86 eV para $n = 2$ hasta -5.39 eV para $n = 4$, lo que indica una mayor estabilidad en sistemas más grandes. Los *band gaps* de los *clusters* puros varían entre 2.56 y 4.36 eV, mostrando una fuerte dependencia con la estructura, lo que podría influir en sus propiedades ópticas y de transporte.

La introducción de dopantes metálicos modifica significativamente las propiedades de los *clusters*. En términos de estabilidad, elementos como Ti, V, Co y B generan energías de cohesión más negativas, destacando el caso del B, que alcanza valores de hasta -8.01 eV en *clusters* de $n = 2$, indicando una fuerte interacción con la matriz de MgH_2 . Por otro lado, el Zn muestra valores menos negativos, lo que sugiere una menor afinidad con el sistema.

Respecto al magnetismo, los dopantes Ti, V y Cr inducen momentos magnéticos elevados (2.0 – $5.1 \mu_B$), mientras que Fe presenta un comportamiento más heterogéneo, con momentos que varían entre 0.0 y $4.1 \mu_B$ dependiendo de la configuración. Sc, Co, Cu y B exhiben un momento magnético constante de $1.0 \mu_B$, mientras que Zn no muestra magnetismo. Estas

diferencias podrían ser explotadas para diseñar materiales con propiedades magnéticas ajustables, útiles en aplicaciones de almacenamiento de información o catálisis.

En cuanto a las propiedades electrónicas, el dopaje tiende a reducir el *band gap*, especialmente con Sc y Ti, que en algunos casos llevan el *gap* a valores tan bajos como 0.07 eV, lo que podría facilitar la movilidad electrónica y mejorar la reactividad del hidrógeno. Por el contrario, el Zn mantiene *gaps* relativamente altos (3–4 eV), preservando el carácter aislante del MgH₂ puro. El comportamiento del B es particularmente interesante, ya que presenta una amplia gama de *gaps* (0.09–1.66 eV), sugiriendo que su incorporación podría modular las propiedades electrónicas del sistema de manera selectiva.

En conclusión, este estudio demuestra que el dopaje de *clusters* de MgH₂ con metales de transición y B permite controlar su estabilidad, magnetismo y propiedades electrónicas de manera sistemática. Los resultados sugieren que Ti, V y Co son particularmente prometedores para aplicaciones que requieran magnetismo y estabilidad, mientras que B podría ser clave para ajustar las propiedades electrónicas. La combinación de estabilidad mejorada, magnetismo controlable y *gaps* electrónicos modulables posiciona a estos sistemas como candidatos versátiles para futuras investigaciones y desarrollos tecnológicos.

[1] <https://www.vasp.at/> [2] Schlapbach, L., Züttel, A. (2001). *Nature*, 414(6861), 353-358.

[3] Jain I. P., Lal C., Jain A. (2010). *Int. J. Hydrogen Energy*, 35(10), 5133-5144.

258. Estudio *ab initio* de propiedades estructurales, electrónicas e hiperfinas en la superficie (001) del Cu pura y dopada con Cd

Darriba G N¹, Faccio R², Rentería M¹

¹ Departamento de Física “Emil Bose” e Instituto de Física La Plata (IFLP, CCT La Plata, CONICET-UNLP), Fac. Cs. Exactas, UNLP.

² Crystallography, Solid State and Materials Laboratory (Cryssmat-Lab), Facultad de Química, Universidad de la República, Uruguay

En este trabajo presentamos un estudio *ab initio* de los cambios estructurales y electrónicos producidos por la generación misma de la superficie (001) del Cu así como por la inclusión de la impureza Cd. Como primera medida realizamos una optimización completa de todos los átomos de la supercelda generada para simular la superficie (001) de Cu, estudiando la convergencia en función de las monocapas de Cu y vacío necesarios para que la cara de la superficie no interactúe con su imagen, modelando correctamente la superficie deseada. Una vez obtenida la superficie “pura” optimizada, reemplazamos un átomo de Cu por uno de Cd en las diferentes posiciones inequivalentes de los átomos de Cu (profundidad), realizando nuevamente una optimización de todas las posiciones atómicas, con el fin de simular todas las posibles situaciones del sistema dopado.

Tanto en la superficie pura como en la dopada con Cd, la existencia de un gradiente de campo eléctrico (GCE) no nulo es producto de la rotura de simetría cubica del Cu en dicha superficie. En este sentido mostramos que el GCE recupera el valor nulo, el cual posee en sistema bulk (tanto puro como dopado con Cd), a una profundidad mayor a 5 monocapas de Cu desde la superficie (001), producto de recuperar la simetría cubica en el entorno del átomo donde se determina el GCE.

Para la realización de los cálculos *ab initio* utilizamos parámetros de red experimentales de Cu (f.c.c.) en función de la temperatura. La magnitud, simetría y orientación del tensor GCE para la superficie (001) dopada con Cd son comparados con los observados experimentalmente mediante la técnica de espectroscopía nuclear Correlaciones Angulares Perturbadas Diferenciales en Tiempo (TDPAC) en sitios de impurezas ¹¹¹In (que decaen por captura electrónica a sondas ¹¹¹Cd)

depositadas en la superficie (001) del Cu, realizadas en el rango de temperaturas comprendido entre 77 K y 570 K [1]. Este doble abordaje nos permitió estudiar el origen de la dependencia lineal del GCE en función de la temperatura en dicha superficie.

[1] T. Klas, et al., Phys. Rev. Lett. 57 (1986) 1068.

259. Estudio del borato de aluminio mediante experimentos y métodos computacionales

Micchia Renzo¹, Hernández María Florencia¹, Rendtorff Nicolás¹, Richard Diego¹

¹ Centro de Tecnologías de Recursos Minerales y Cerámica (CETMIC), Universidad Nacional de La Plata (UNLP)

En este trabajo se estudia el borato de aluminio (Al_5BO_9), el cual es un cerámico caracterizado por su microestructura de agujas que se produce a partir de alúmina (Al_2O_3) y óxido de boro (B_2O_3). Tal microestructura permite su uso como refuerzo en cerámicos basados en alúmina, por lo que hace al Al_5BO_9 atractivo para aplicaciones de alta temperatura por su refractariedad y estabilidad química [1].

Se utilizaron cálculos basados en la Teoría de la Funcional Densidad (DFT) para determinar la estructura cristalina del equilibrio, el módulo de compresibilidad y analizar la densidad de estados electrónica del Al_5BO_9 . Por otro lado, se sintetizó en el laboratorio Al_5BO_9 mediante reacción en estado sólido a 1200 °C a partir de alúmina y ácido bórico (H_3BO_3) y se analizaron sus propiedades cristalinas, microestructurales y mecánicas mediante difracción de rayos X, microscopía electrónica de barrido y la técnica de excitación por impulsos, entre otras técnicas.

Los resultados preliminares muestran un buen acuerdo entre las predicciones basadas en la DFT y las mediciones, e indican que la combinación de técnicas experimentales y simulaciones computacionales permiten profundizar el estudio del material como así también analizar la aplicabilidad de modelos para predecir sus propiedades.

[1] M. F. Hernández, G. Suárez, M. Cipollone, M. S. Conconi, E. F. Aglietti and N. M. Rendtorff, Ceram. Int. 43 (2017) 2188.

260. Efecto del tamaño de la interfaz Ta-Cu en la difusión del Cu y el Ta mediada por vacancias

Ramunni V P¹, Rivas A M F^{3 2}

¹ Instituto de Nanociencia y Nanotecnología (INN), CNEA - CONICET, Nodo Constituyentes Av. Gral. Paz 1499, CABA.

² Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Departamento de Física Teórica, GlyA, Av. Gral. Paz 1499, CABA.

³ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Godoy Cruz 2290 (C1425FQB), CABA.

Estudiamos la difusión atómica mediada por vacancias de Ta y Cu en las proximidades de la interfaz (IF) $\{111\}_{fcc} // \{110\}_{bcc}$ y $<110>_{fcc} // <001>_{bcc}$. Se identificaron dos regiones distintas de desajuste atómico, las cuales resultaron fundamentales para investigar la energía de formación de vacancia y de unión de los complejos soluto-vacancia (S-V) en el primer plano a partir del núcleo de la interfaz. Empleamos las energías de formación de vacancias de migración y de unión del complejo S-V para analizar la migración interfacial del defecto. El sistema se modeló empleando un potencial con dependencia angular (ADP) [1,2], y las estructuras relajadas fueron validadas parcialmente mediante cálculos basados en la teoría del funcional de la densidad (DFT) con el código VASP. Este enfoque proporcionó una base sólida para estudiar la difusión del soluto

y del solvente en la interfaz. Para describir los efectos a escalas mayores, se utilizó nuestro modelo microscópico efectivo que fue desarrollado en la Ref. [4], el cual incluye la difusión en el volumen y en los bordes de grano (GB), teniendo en cuenta el espesor de la interfaz. Este modelo diferencia entre la difusión a lo largo de la interfaz (en paralelo con el volumen) y la difusión a través de la interfaz (en serie). Los coeficientes de difusión calculados para Ta y Cu coinciden con los datos experimentales disponibles [5]. Además, encontramos que, a altas temperaturas, la difusión de Ta se vuelve independiente del tamaño de la IF, reproduciendo el comportamiento del volumen, mientras que a temperatura ambiente (290K) y para granos nanométricos (100 nm), la difusión se reduce hasta en dos órdenes de magnitud. Para el volumen, analizamos la migración mediada por vacancias mediante modelos multifrecuencia aplicados a aleaciones Cu-Ta con estructura FCC y Ta-Cu con estructura BCC, siguiendo los formalismos de Allnatt [6] y de Serruys y Brebec [8]. Esto permitió una comparación coherente entre los mecanismos de difusión en el volumen y en la interfaz. Las barreras de migración tanto en el volumen como en la interfaz se calcularon con un código propio basado en el método del MONÓMERO [3], acoplado con estática molecular. También se calcularon las energías de enlace entre vacancias y átomos de soluto en el volumen de ambas fases, y se compararon con los valores correspondientes en la interfaz. Encontramos que el tamaño de la interfaz afecta la energía de formación de vacancia en menos de un 1% para sistemas mayores a 60.000 átomos. La estabilidad tanto de vacancias aisladas como de complejos vacancia, soluto depende de su distancia al núcleo de la interfaz. Nuestro análisis de las primeras capas interfaciales muestra que las vacancias del lado de Ta pueden atrapar átomos de Cu, favoreciendo su solubilidad en la región central de la interfaz. En resumen, este trabajo investiga la estabilidad estructural y las propiedades relacionadas con la migración y difusión en interfaces del sistema Cu-Ta, sentando las bases para estudios futuros sobre defectos intersticiales y fenómenos de migración más complejos.

[1] Purja et al, *Acta Mater.* 100 (2015) 377-391.

[2] Mishin et al; *Phys. Rev. B* 63 (2001) 224106.

[3] Ramunni et al; *Phys. Rev. B* 74 (2006) 054113.

[4] Ramunni et al; *Comp. Mat. Sci.* 188 110146 (2021) 1-11.

[5] Ehrhart et al; *Crystal and Solid State Physics* 25, Springer-Verlag, Berlin, 1991.

[6] Allnat; *J. Phys. C. Solid State Phys.* 14 (1981), pp. 5453-5466.

[7] Serruys and Brebec; *Phil. Mag. A* 46, 661-675 (1982).

261. Estudio de la difusión en una interfaz del sistema Ta-Cu mediada por intersticiales

Ramunni V P¹, Rivas A M^{2 3}

¹ *Instituto de Nanociencia y Nanotecnología (INN), CNEA - CONICET, Nodo Constituyentes Av. Gral. Paz 1499, CABA.*

² *Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) Palermo, Godoy Cruz 2290 (C1425FQB), CABA.*

³ *Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) Nuñez, Departamento de Física Teórica, GlyA, Av. Gral. Paz 1499, CABA.*

Estudiamos las propiedades estáticas y dinámicas de los intersticiales en las proximidades de un tipo de interfaz $\{111\}_{fcc} // \{110\}_{bcc}$; $\langle 110 \rangle_{fcc} // \langle 001 \rangle_{bcc}$ del sistema Cu-Ta (IF), como punto de partida para el cálculo de los coeficientes de auto difusión y de difusión del soluto aplicando nuestro modelo difusivo a este tipo de sistema [1]. Para ello se empleó un potencial interatómico ADP adecuado para el sistema Cu-Ta [2,3] y, de forma complementaria, cálculos empleando la Teoría del Funcional de la Densidad (DFT) realizados con el código VASP

[4,5], con el fin de comprobar la consistencia estructural. Hemos observado que la estabilidad de los átomos intersticiales de Ta depende de su distancia al núcleo de la interfaz. En lo que respecta a la migración de Ta y Cu, solo se estudiaron saltos en las primeras capas adyacentes al núcleo de ésta. Los cálculos numéricos actuales también analizan la difusión dentro de la IF en función de la temperatura y del tamaño medio de la interfaz. Para ello utilizamos nuestro modelo efectivo microscópico, que incluye difusión tanto en el volumen de cada fase como en la interfaz, incorporando así los el efecto del tamaño [1]. La difusión intersticial en el volumen se abordó mediante los modelos multifrecuencia para redes FCC y BCC desarrollados en Refs. [6,7], respectivamente; mientras que en la IF las barreras de migración se calcularon mediante simulaciones ADP. La migración en el volumen también se estudió con cálculos semiempíricos (ADP) y de primeros principios (DFT) usando el método del monómero [8] y el método del dímero implementado en VASP [9], respectivamente. Nuestro modelo diferencia la difusión a lo largo de la IF, en paralelo con el volumen, de la difusión que atraviesa la IF, la cual debe considerarse en serie. Los coeficientes de difusión calculados para Ta y Cu coinciden con los datos experimentales disponibles. Además, observamos que a altas temperaturas la difusión de Ta no depende del tamaño de la IF, obteniéndose resultados similares a los del volumen; en cambio, a temperatura ambiente (290 K) y en granos de tamaño nanométrico (100 nm), la difusión puede ralentizarse hasta un orden de magnitud. Las energías de enlace y de migración de los sitios intersticiales de Ta necesarias en el modelo se obtuvieron mediante un estudio exhaustivo de Ta disuelto en la IF. Encontramos que la existencia de sitios de atrapamiento preferenciales para Ta en la interfaz retrasa la migración de los átomos de Ta y aumenta su solubilidad en la región central de la IF.

[1] Ramunni et al; Comp. Mat. Sci. 188 (2021) 110146.

[2] Purja et al, Acta Mater. 100 (2015) 377-391.

[3] Mishin et al; Phys. Rev. B 63 (2001) 224106.

[4] Henkelman, Jonsson; J. Chem. Phys. 113 (2000) 9978-9985.

[5] Perdew et al; Phys. Rev. Lett. 77 (1996) 3865.

[6] Allnatt et al; Acta Metall. 31 (1983) 1307-1313.

[7] Barbu, Acta Metall. 28 (1980) 499-506.

[8] Ramunni et al; Phys. Rev. B 74 (2006) 054113.

[9] Henkelman, Jónsson, J. Chem. Phys. 111 (1999) 7010-7022.

262. Aplicación de métodos de Machine Learning a la determinación de parámetros de Judd-Ofelt

Rodriguez Chialanza M.¹, Roland S.¹

¹ *Departamento de Ciencias Físicas, Centro Universitario Regional del Este (Sede Rocha), Universidad de la República de Uruguay (UDEAR)*

La preparación de materiales ópticamente activos es un campo fértil de investigación. En particular, resulta fundamental comprender en profundidad sus propiedades ópticas y su relación con la teoría de Judd-Ofelt [1,2]. Esta teoría requiere la determinación experimental de los parámetros espectroscópicos Ω_2 , Ω_4 y Ω_6 [3], los cuales dependen fuertemente de la composición de la matriz. Los vidrios constituyen una excelente matriz para el estudio del dopado y las propiedades ópticas de estos materiales. En este trabajo se evalúan distintas estrategias de aprendizaje automático (Machine Learning) para la predicción de dichos parámetros en matrices vítreas. Para ello, se construyó una base de datos a partir de trabajos previos [6,7], que fue procesada mediante técnicas de minería de datos para obtener el conjunto de análisis válidos. Se comparan los resultados obtenidos mediante métodos supervisados y no supervisados, y se proponen estrategias de mejora basadas en el desempeño observado y se evalúa la capacidad de

predicción sobre muestras experimentales.

- [1] B. R. Judd, Phys. Rev. 127 (1962) 750.
- [2] G. S. Ofelt, J. Chem. Phys. 37 (1962).
- [3] Zhang et al, Spectrochim. Acta A 239 (2020).
- [4] Alhussan et al, Electronics 11 (2022) 1045.
- [5] Benhadjira et al, Optik 285 (2023).
- [6] Ahmadi et al, Nature 14 (2024) 15505.
- [7] Liu et al, J. Non-Cryst. Solids X 4 (2019).
- [8] Hehlen et al, J. Lumin. 136 (2013).

263. Interferencia cuántica en caminos de transferencia electrónica en una juntura molecular compuesta por el dipéptido Cys-His

Rodriguez J^{1 2}, Engelmann M², Tinte S^{1 2}, Schmidt J A^{1 2}, Dalosto S D^{1 2}

¹ *Instituto de Física del Litoral (IFIS) Santa Fe Capital*

² *Facultad de Ingeniería Química (FIQ) Santa Fe Capital*

La enzima nitrito reductasa de cobre, CuNiR, utiliza al dipéptido compuesto por los residuos cisteína e histidina (puente -Cys-His-) para facilitar la transferencia electrónica durante la reacción de reducción del nitrito a óxido nítrico en su ciclo catalítico. Existen dos posibles caminos de transferencia electrónica dentro del puente -Cys-His-: uno mediante los átomos que conforman su esqueleto, y otro mediante los átomos que involucran un puente de hidrógeno.

En este trabajo se realiza un estudio teórico de transporte electrónico, mediante la teoría del funcional de la densidad y utilizando funciones de Green de no equilibrio, con el fin de obtener una comprensión atómica detallada de la transmisión total y de las transmisiones locales a través del puente -Cys-His-, lo que resulta de gran interés para dilucidar los factores que gobiernan la actividad de la CuNiR.

Se muestran cuales son las características topológicas del puente -Cys-His- relevantes para la transferencia electrónica, y encontramos que las transmisiones locales que involucran los átomos del puente de hidrógeno constituyen la vía dominante, debido a que ocurren alrededor de la energía de Fermi. También observamos efectos de interferencia cuántica cuando ambos caminos están estructuralmente disponibles, lo que conduce a la supresión de la transferencia electrónica mediada por los átomos del esqueleto. Finalmente, exploramos el uso potencial del dipéptido Cys-His como unión molecular en dispositivos electrónicos.

264. Caracterización de películas ultradelgadas de Ta/Pt/Co/Ir/Ta mediante microscopía magneto-óptica

Romano Mauricio Exequiel¹, Yonar Javier¹, Domenichini Pablo Exequiel^{1 2}

¹ *Universidad Nacional de Salta (UNSa) Salta Capital*

² *Instituto de Investigación en Energías No Convencionales (INENCO) Salta Capital*

El estudio de la dinámica de paredes de dominios magnéticos (PDMs) es fundamental tanto por sus aplicaciones en el desarrollo de tecnologías de almacenamiento magnético como por su relevancia en el análisis de sistemas físicos que pueden modelarse como medios elásticos en potenciales desordenados. Para caracterizar estos sistemas, se emplea la rotación del plano de polarización de la luz al interactuar con un medio magnético, lo que permite realizar mediciones dinámicas no invasivas, con resolución espacial cercana al micrón, de la distribución de magnetización en una muestra [1]. En este trabajo se presenta la construcción y calibración de un microscopio magneto-óptico basado en el efecto Kerr (MOKE), con la capacidad de aplicar

campos magnéticos mediante bobinas integradas al porta-muestras. El sistema fue utilizado para estudiar películas ultradelgadas de Ta/Pt/Co/Ir/Ta, con el objetivo de analizar la influencia de la presión de crecimiento sobre la dinámica de las PDMs [2, 3]. Mediante microscopía MOKE se evaluó la dependencia de la velocidad de las paredes de dominio en función del campo aplicado, lo que permitió identificar diferencias en el régimen de movimiento asociadas a variaciones estructurales inducidas durante el crecimiento.

[1] Hubert A., Schäfer R., *Magnetic Domains: The Analysis of Magnetic Microstructures*. (2009) Springer.

[2] Domenichini P. et al., *Phys. Rev. B* 110, 014401 (2024).

[3] Lavrijsen, R. et al. *Comptes Rendus Physique* 14, 104414 (2015)

265. Estudio fenomenológico de arreglos lineales de polaritones con acoplamiento optomecánico

Ruiz Mercado A. F.¹, Usaj G.²

¹ Instituto Balseiro (IB), Universidad Nacional de Cuyo (UNCuyo), Centro Atómico Bariloche (CAB)

² Instituto Balseiro (IB), Universidad Nacional de Cuyo (UNCuyo), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Centro Atómico Bariloche (CAB), Instituto de Nanociencia y Nanotecnología (INN)

En este trabajo se presenta un modelo fenomenológico para la descripción de un potencial dispositivo de emisión de fonones coherentes (SASER). El diseño de dicho artefacto está basado en el de un láser de cascada cuántica (QCL). En los QCL convencionales, la emisión de luz ocurre debido a transiciones interbanda, donde electrones se desplazan por efecto túnel hacia otros estados cuánticos confinados, creados por el diseño de estructuras alternantes de semiconductores. La implementación presentada de este láser de cascada de fonones (QCPL) se basa en el uso de trampas de polaritones, cuasipartículas que surgen de la interacción entre excitones de Wannier en el material y la luz confinada en él, las cuales están acopladas optomecánicamente. El diseño del material, además de confinar las componentes excitónicas y ópticas del polaritón, confina fonones que se presentan como modos estacionarios en el medio. La desintonización relativa entre modos polaritónicos vecinos se escoge para que sea similar a la frecuencia de los modos fonónicos, promoviendo así la emisión estimulada. En esta investigación se emplea un modelo basado en aproximaciones *tight-binding* y semiclásicas de la ecuación de Gross-Pitaevski para describir la fenomenología del sistema descrito. Se presentan resultados analíticos y numéricos que se contrastan con efectos encontrados experimentalmente —*asynchronous phase locking*, bandas laterales equidistantes emergentes y dinámica de poblaciones en tiempo estacionario— en la División de Óptica y Fotónica del Centro Atómico Bariloche. En particular, los resultados obtenidos buscan identificar los parámetros óptimos para la operación eficiente del QCPL, así como favorecer la comprensión del sistema en términos de balance energético y comportamientos relevantes, como la no reciprocidad entre sus componentes.

266. Influencia del dopado con Co en las propiedades magnéticas de nanoestructuras de SnS

Sánchez Castillo Santiago¹, Oliva Marcos Iván^{1 2}, Carraro Paola María^{3 4}, Aguirre María Del Carmen², Zandalazini Carlos Iván^{1 2}

¹ Grupo Ciencia de Materiales, Facultad de Matemática Astronomía, Física y Computación (FAMAF), Universidad Nacional de Córdoba (UNC)

² Instituto de Física Enrique Gaviola (IFEG), Córdoba Capital, Consejo Nacional de Investigacio-

nes Científicas y Técnicas (CONICET)

³ Centro de Investigación y Tecnología Química (CITEQ) Córdoba Capital, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

⁴ Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba (UNC)

En materiales nanoestructurados, la presencia controlada de defectos puede inducir modificaciones favorables en ciertas propiedades físicas del material. En el caso del SnS estos defectos pueden promover la formación de niveles electrónicos dentro del bandgap, lo que resulta beneficioso para aplicaciones electrónicas. Además, estos defectos contribuyen a mejorar las propiedades fotocatalíticas del material, incrementando su desempeño en procesos de fotodegradación de contaminantes y aumentando la eficiencia en la conversión de energía, lo cual es de interés para el desarrollo de nuevas tecnologías [1-4].

Este trabajo tiene como objetivo investigar las propiedades electrónicas y magnéticas del SnS dopado con Co, mediante un enfoque teórico-experimental. Para el estudio experimental, se sintetizaron muestras de SnS puro y dopado con 3% y 6% de Co, utilizando dos métodos: síntesis solvotermal y aleado mecánico. La caracterización estructural de las muestras se llevó a cabo mediante difracción de rayos X, mientras que sus propiedades magnéticas se analizaron empleando un magnetómetro de muestra vibrante (VSM). Para el estudio teórico, se realizaron cálculos de la estructura de bandas, densidad de estados, y momento magnético para las diferentes concentraciones de Co sintetizadas. Todos estos cálculos se realizaron en el marco de la teoría de la funcional densidad, considerando la aproximación de Hubbard para los estados 3d-Co, bajo la implementación del código OpenMX [3].

[1] C. Behera, S. P. Ghosh, J. P. Kar and S. L. Samal, New J. Chem. 44 (2020) 11684.

[2] B. Parveen, M. Hassan, S. Atiq, S. Riaz, S. Naseem and S. Zaman, J. Mater. Sci. 52 (2017) 7369.

[3] C. Zandalazini and E. Albanesi, J. Magn. Mag. Mat. 484 (2019) 146.

[4] R. Dahule, C. C. Singh, K. Hongo, R. Maezono and E. Panda, J. Mater. Chem. C 10 (2022) 5514.

267. Análisis de la dinámica de difusión en materiales no cristalinos: identificación de dominios de partículas con mayor movilidad y origen de caminos conductores

Frechero Marisa Alejandra¹, Sanchez Varretti Fabricio Orlando², Iguain José Luis³

¹ INQUISUR - CONICET, Universidad Nacional del Sur (UNS)- Bahía Blanca, Argentina

² Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional San Rafael, Instituto de Física Aplicada (INFAP), CONICET, Gral. Urquiza 314

³ Instituto de Investigaciones Físicas de Mar del Plata (IFIMAR) Mar del Plata

En sistemas no cristalinos, los procesos de difusión revelan la existencia de regiones en las que las partículas se desplazan de manera agrupada, conformando estructuras conocidas como clusters. Estas agrupaciones han sido identificadas como regiones fractales con geometrías cercanas a la unidimensionalidad, denominadas canales de migración, cuya existencia fue postulada mucho antes de que su estudio detallado fuera posible. La comprensión de estos fenómenos ha motivado una extensa investigación, ya que la difusión en estos sistemas depende fuertemente de las escalas temporal y espacial involucradas. En este trabajo, proponemos un enfoque alternativo para analizar la evolución temporal de estas regiones, considerando explícitamente la presencia de heterogeneidad dinámica. El objetivo principal es caracterizar las zonas de mayor movilidad de partículas en materiales amorfos, examinar sus propiedades difusivas y establecer vínculos con los

patrones observados en la respuesta de conductividad eléctrica en función de la frecuencia. Se espera que este análisis contribuya al desarrollo de materiales no cristalinos con alta conductividad iónica, con potencial aplicación en tecnologías de almacenamiento de energía electroquímica en estado sólido.

268. Estudio fisicoquímico de films de Er:TiO₂ y Gd:TiO₂ bajo tratamiento térmico

Sequeira K M¹, Suarez G¹, Tejerina M R¹

¹ Centro de Tecnologías de Recursos Minerales y Cerámica (CETMIC)

El dióxido de titanio (TiO₂) es un semiconductor ampliamente utilizado en aplicaciones fotocatalíticas por su alta estabilidad química y baja toxicidad, siendo la fase anatasa la más activa. Su rendimiento puede mejorarse mediante el dopaje con elementos de tierras raras como Er³⁺ y Gd³⁺, que introducen niveles electrónicos intermedios en la estructura del material, facilitando la separación de cargas y extendiendo la absorción de luz hacia el visible. No obstante, una concentración elevada de ciertos dopantes, como Gd, puede inducir la formación de la fase rutilo y reducir la eficiencia fotocatalítica [1]. Se investigaron las propiedades fisicoquímicas de películas delgadas de TiO₂ dopadas con Er³⁺ y Gd³⁺, sintetizadas por dip-coating y tratadas térmicamente en atmósferas ricas en carbono. La molaridad del Er³⁺ fue de 0.006 M, mientras que la del Gd³⁺ fue de 0.050 M. La fase anatasa se conservó en todas las muestras sin formación de fases secundarias. El dopaje indujo cambios en la orientación cristalina y una ligera contracción del volumen de celda, más pronunciada en Gd:TiO₂. Los análisis ópticos mostraron una disminución del band gap (hasta 3.11±0.025 eV en Er:TiO₂) y un menor desorden estructural (energía de Urbach más baja), especialmente en las muestras dopadas. La resistividad eléctrica se redujo significativamente respecto a TiO₂ puro, indicando mejor movilidad de carga. En ensayos fotocatalíticos, ambas muestras dopadas superaron en eficiencia a TiO₂, destacándose Er:TiO₂ expuesto a dos horas de tratamiento por su mayor tasa de degradación de azul de metileno, con un k_{aparente} de 0.00453±2.4×10⁻⁴ min⁻¹. Los resultados sugieren que el dopaje con tierras raras mejora la estabilidad estructural y la actividad fotocatalítica de TiO₂ frente a una atmósfera carbonosa.

[1] C. Cheng, J. Zhang, Y. Zhang, X. Du, X. Han, X. Wang, *Thin Solid Films* 615 (2016) 427–433.

269. Estudio de películas delgadas mesoporosas de YSZ como interfase en celdas simétricas

Sievers Bernardo^{1 2}, Granja Leticia², Zelcer Andres³, Ferrari Valeria², Dilson Juan², Fuertes Cecilia¹, Fuentes Rodolfo², Sacanell Joaquín²

¹ Instituto de Nanociencia y Nanotecnología (INN)

² Departamento de Física de la Materia Condensada, Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA)

³ Centro de Investigaciones en Bionanociencias (CIBION)

En este trabajo se investigó el diseño, síntesis y caracterización de películas delgadas mesoporosas de zirconia estabilizado con itria (YSZ), enfocándose en la influencia de la nanoestructuración y la mesoporosidad sobre el transporte iónico, con vistas a su aplicación como interfaz entre el electrodo y el electrolito en celdas de combustible de óxido sólido (SOFC). El trabajo combinó enfoques experimentales y teóricos, integrando técnicas avanzadas de caracterización estructural, espectroscopía de impedancia electroquímica (EIE) y simulaciones ab initio basadas en teoría del funcional de la densidad (DFT).

Se desarrollaron películas delgadas densas y mesoporosas de YSZ con concentraciones de dopante de 4% y 10% molar de itrio, depositadas sobre diversos sustratos mediante el método sol-gel asistido por autoensamblado inducido por evaporación. El uso de diferentes agentes moldeantes permitió controlar el grado de porosidad y evaluar su efecto sobre las propiedades funcionales del material.

Se exploraron distintos tratamientos térmicos con el objeto de preservar la estructura mesoporosa. La caracterización estructural mediante, microscopía electrónica, difracción y reflectometría de rayos X, reveló que la morfología de los films logra mantenerse ordenada y homogénea sometiendo los films a tratamientos térmicos a 500 °C previamente a ser sometidos a las caracterización de EIE, logrando una porosidad accesible controlable en función del agente moldeante y las condiciones de calcinación. Las mediciones de impedancia electroquímica en configuración paralela al sustrato permitieron analizar el comportamiento del transporte iónico en función de la temperatura. Los resultados demostraron que la presencia de una mesoporosidad altamente accesible mejora la conductividad superficial y reduce la energía de activación del proceso global de conducción iónica. Se identificó un mecanismo dominante consistente con la migración de iones de oxígeno a lo largo de los bordes de grano y superficies internas. Las simulaciones DFT-NEB confirmaron que las barreras de energía para la migración iónica son menores en trayectorias superficiales, particularmente en regiones pobres en itrio, confirmando los resultados experimentales.

Se fabricaron celdas simétricas del tipo film/YSZ monocristalino/film, que fueron evaluadas mediante espectroscopía de impedancia electroquímica (EIS) en función de la temperatura y de la presión parcial de oxígeno pO_2 . El análisis espectroscópico permitió identificar dos procesos cinéticos dominantes en los electrodos: la adsorción no disociativa de oxígeno molecular y la transferencia de carga en el punto triple.

La incorporación de las películas mesoporosas modificó el mecanismo limitante del sistema, que pasó de estar controlado por la adsorción superficial en electrodos densos, a un control dominado por la incorporación de carga en el punto triple en contacto con el YSZ mesoporoso.

270. Efectos magnetoelectrónicos en altermagnetos

Sigales Nicolás¹, De Polsi Gonzalo², Bergeret Sebastian³

¹ *Licenciatura en Física, Facultad de Ciencias (FCIEN), Universidad de la República de Uruguay (UDELAR)*

² *Instituto de Física, Facultad de Ciencias (FCIEN), Universidad de la República de Uruguay (UDELAR)*

³ *Centro de Física de Materiales, Donostia, San Sebastian, España*

Los altermagnetos constituyen una clase emergente de materiales magnéticos que combinan una ordenación antiferromagnética de espines con una estructura de bandas que rompe la simetría de inversión temporal. Esta particularidad permite fenómenos de transporte de espín sin requerir un momento magnético neto, lo que los convierte en candidatos prometedores para aplicaciones espintrónicas. En este trabajo se estudia teóricamente el transporte acoplado de carga y espín en altermagnetos, con el objetivo de predecir dispositivos capaces de realizar una conversión espín-carga eficiente, veloz y altamente miniaturizable, aplicable en tecnologías emergentes. Para ello, se analiza inicialmente el régimen difusivo de transporte mediante el uso de funciones de Green y ecuaciones de transporte cuasiclásicas, considerando la inyección de espín en una cinta de altermagneto. Posteriormente, se abordan efectos no locales como la acumulación de espín inducida por una corriente de carga (efecto directo) y la generación de corriente de carga a partir de una inyección de espín (efecto recíproco). Se exploran dos configuraciones relevantes: (1) una cinta infinita con inyección uniforme de espines y (2) una cinta finita con

inyección localizada. En ambos casos se calculan las corrientes inducidas y su dependencia con los parámetros característicos del altermagneto. Este estudio permite comprender fenómenos como el efecto *spin-splitter* y la generación de voltajes de espín en presencia de altermagnetismo, sentando las bases para el desarrollo de nuevas tecnologías en espintrónica y nanoelectrónica.

271. Preparación de nanopartículas magnéticas a base de arenas de origen geológico

Socolovsky Leandro¹, Saccone Fabio^{2 3}, Pagnola Marcelo^{4 2}, Tickyj Hugo⁵

¹ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Facultad Regional de Santa Cruz (FRSC), INCITAP, Santa Rosa (LP)

² Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires (FIUBA)

³ YPF Tecnología SA (Y-TEC), Berisso, Buenos Aires

⁴ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), INTECIN, Buenos Aires

⁵ Departamento de Geología, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de La Pampa (UNLPam)

Para poder usar materiales nanoestructurados en aplicaciones masivas es necesario no sólo disponer de medios de producción económicos y escalables, sino también de materias primas adecuadas de bajo costo. La titanomagnetita es una ferrita en la cual uno de los átomos de hierro se encuentra sustituido por un átomo de titanio, y además es relativamente abundante en la naturaleza. Podemos encontrarla en la región central de nuestro país, en las provincias de La Pampa y Mendoza. Allí se encuentran grandes depósitos de arenas eólicas que contienen titanomagnetita. Aplicando molienda mecánica, que es una técnica escalable, podemos reducir el tamaño del material original a dimensiones micro y nanométricas [1]. Con el fin de estudiar la factibilidad de usar estas arenas realizamos las pruebas en un molino de tipo rotatorio, de diseño y construcción nacional (Euskal SA). Las muestras en bruto fueron extraídas de médanos ubicados en proximidades de Malargüe (Mendoza) y en la región rural de Santa Rosa (La Pampa). Posteriormente se efectuó una separación magnética del material de interés, y se efectuó una molienda mecánica en atmósfera de aire por 1 y 3 horas. El material molido fue retirado de la cámara y separado de las bolas de molienda usando alcohol etílico con agitación de la cámara de molienda. Se tomaron imágenes por microscopía electrónica de barrido (SEM) sobre muestras en bruto y molidas. El material sin moler muestra dos tamaños de partícula de dimensiones micrométricas. El análisis composicional realizado por EDS (*Energy Dispersive X-ray Spectroscopy*) con el mismo SEM muestra que las partículas tienen un contenido importante de hierro, en casi todos los casos analizados, mucho mayor a la estequiometría ideal de la titanomagnetita ($x < 0,8$), la ilmenita ($0,75 < x < 0,95$) o la ülvospinela ($x = 1$), $Ti_xFe_{3-x}O_4$. Esto puede estar indicando que el material es más bien una magnetita donde en algunas celdas cristalinas se efectúa una sustitución de un átomo de hierro por uno de titanio. Los difractogramas de rayos X indican un sistema complejo que corresponden a varias especies estructuralmente similares que podrían estar formando aglomerados de tamaños micro y submicrométricos. Las reflexiones principales corresponden a las especies de las titanomagnetitas antes mencionadas. La molienda mecánica permite reducir el tamaño medio de los agregados. Por Scherrer se obtiene un tamaño medio de cristalitas de unos 17 nm. Mediante espectroscopía Mössbauer a temperatura ambiente, se determinaron las correspondientes fases conteniendo al núcleo sonda de ^{57}Fe . Se evaluó el efecto de la molienda sobre los parámetros hiperfinos. La magnetización de saturación del material molido tiene un valor de 40 emu/g. Las medidas de susceptibilidad indican una mezcla de materiales con diferente comportamiento. Se verifica la existencia de

material superparamagnético, con bloqueo a bajas temperaturas y otro material de características ferromagnéticas a temperatura ambiente. El aleado mecánico de baja energía permite producir partículas magnéticas en cantidades relevantes para aplicaciones que no requieran homogeneidad en el tamaño de las mismas.

[1] P. H. Shingu (Comp), Mechanical Alloying, Materials Science Forum, Vol. 88-90, (TransTech Publications, Singapur, 1992).

272. Evaluación de la ferrita de magnesio como catalizador para la eliminación de azul de metileno en soluciones acuosas

Cabrera A F^{1 2}, Rodríguez Torres C E^{1 2}, Stewart S J^{1 2}

¹ Instituto de Física de La Plata (IFLP) Ciudad de La Plata

² Universidad Nacional de La Plata (UNLP) Ciudad de La Plata, Departamento de Física, Fac. Cs. Exactas

La presencia de colorantes sintéticos en efluentes industriales constituye un serio problema ambiental debido a su elevada estabilidad química, persistencia en el medio y posibles efectos tóxicos sobre organismos acuáticos y humanos. El azul de metileno, ampliamente utilizado en la industria textil y en laboratorios, es uno de estos contaminantes, por lo que su eliminación de aguas residuales resulta prioritaria. Entre las distintas estrategias de tratamiento, la fotocatalisis heterogénea se destaca por su capacidad para mineralizar compuestos orgánicos bajo condiciones ambientales, empleando materiales semiconductores como catalizadores.

En este contexto, la ferrita de magnesio (MgFe_2O_4) surge como un candidato prometedor: posee una banda prohibida de aproximadamente 2.2 eV, presenta estabilidad en medios acuosos y propiedades magnéticas que permiten una separación sencilla mediante campos magnéticos de baja intensidad. Asimismo, su síntesis relativamente simple y de bajo costo sumada a su baja toxicidad, la convierten en una alternativa ambientalmente sostenible y económicamente viable para aplicaciones a gran escala en el tratamiento de aguas.

En el presente trabajo presentamos una investigación acerca de la eficacia de MgFe_2O_4 nanoestructurada fabricada mediante el método de autocombustión, como fotocatalizador para la degradación de azul de metileno en solución acuosa, considerando diversas condiciones experimentales: presencia o ausencia de luz, variación en la concentración de peróxido de hidrógeno, y distintos modos de agitación (mecánica, ultrasonido y condiciones estáticas). También se estudió el efecto de la relación catalizador/colorante, el tiempo de exposición y la capacidad de reutilización del material tras sucesivos ciclos de reacción.

273. Dinámica del momento angular en anillos cuánticos semiconductores

Tamborenea Pablo Ignacio¹, Lia José Miguel¹

¹ Departamento de Física, FCEN, Universidad de Buenos Aires (UBA)

Estudiamos la dinámica cuántica del momento angular de un electrón bajo las interacciones espín-órbita de Rashba y Dresselhaus, y de intercambio entre el electrón y un conjunto de impurezas magnéticas en anillos cuánticos semiconductores delgados [1,2]. Nuestro objetivo es comprender la conversión del impulso angular orbital (OAM) en impulso angular de espín (SAM) electrónico, y la transferencia de éste al SAM de los electrones en la capa exterior de las impurezas mediante la interacción sd de intercambio. A través de este estudio buscamos contribuir a la búsqueda de mecanismos que permitan la magnetización efectiva del sistema de impurezas a través de portadores de carga evitando la utilización de campos magnéticos externos.

- [1] J. M. Lia, P. I. Tamborenea, M. Cygorek and V. M. Axt, Phys. Rev. B 105 (2022) 115426.
[2] J. M. Lia and P. I. Tamborenea, Physica E: Low-dimensional systems and Nanostructures 164 (2024) 116043.

274. Entrenamiento de redes neuronales en grafos para predecir energías de adsorción de Pd, Pt y Rh en puntos cuánticos de grafeno

Goncebat L.¹, Vicentin E. G.¹, Echeveste R.², Gerard M.², Belletti G. D.¹, Quaino P.¹

¹ Instituto de Química Aplicada del Litoral, IQAL (CONICET-UNL)

² Research Institute for Signals, Systems and Computational Intelligence, sinc(i) (CONICET, FICH-UNL)

Los metales de transición como Pt, Pd y Rh, entre otros, son ampliamente reconocidos por su excelente actividad electrocatalítica. Sin embargo, su uso enfrenta desafíos asociados a su alto costo y baja abundancia. Una estrategia para disminuir estos problemas es su utilización en forma de adátomos, lo que permite reducir de manera significativa la cantidad de material requerido. En este contexto, los puntos cuánticos de grafeno (PCG) han surgido como soportes especialmente atractivos debido a su alta relación superficie/volumen, la presencia de sitios activos en los bordes y su versatilidad electrónica. La interacción entre estos sistemas carbonosos y los metales de transición ha mostrado resultados prometedores en la mejora de la estabilidad y la actividad catalítica [1].

En paralelo, la inteligencia artificial (IA) y el aprendizaje automático (ML) están revolucionando el diseño de materiales, al permitir la exploración eficiente de amplios espacios químicos y estructurales con tiempos de cómputo significativamente menores que los métodos convencionales [2]. Entre estas metodologías, las redes neuronales en grafos (GNNs) destacan por su capacidad para modelar sistemas en los que las relaciones entre átomos no siguen una estructura regular o periódica. A diferencia de las arquitecturas tradicionales, las GNNs operan directamente sobre grafos, esto les permite preservar la conectividad topológica y ser invariantes a la permutación de nodos. Además, expresando las entradas en términos de distancias relativas u otras cantidades geométricas invariantes, la red puede quedar invariante a traslaciones y rotaciones, lo que resulta en una herramienta particularmente poderosa para tareas en ciencia de materiales, fisicoquímica computacional y catálisis, donde la geometría y las interacciones locales juegan un papel determinante [3].

En este trabajo, combinamos cálculos de primeros principios basados en la Teoría del Funcional de la Densidad (DFT) con GNNs para predecir energías de adsorción en sistemas metal-PCG. En primer lugar, generamos una base de datos robusta con configuraciones de adsorción de distintos metales sobre PCG de diversas geometrías. Para cada configuración, se evaluaron propiedades relevantes como energía de adsorción, orden de enlace, distribución de cargas, densidad electrónica, magnetización y geometría. Posteriormente, cada sistema se codificó como un grafo, donde los nodos representan a los átomos y las aristas reflejan su conectividad dentro de un radio de corte. Como atributos de entrada incorporamos las propiedades previamente calculadas, junto con coordenadas relativas, tipo de átomo y entorno químico local, lo que permite reflejar con mayor fidelidad la relación entre estructura y propiedades.

Sobre estas representaciones, entrenamos y evaluamos modelos de GNN empleando bibliotecas especializadas en aprendizaje profundo sobre grafos. Estas redes actualizan los estados de los nodos mediante un esquema en el cual cada átomo agrega y transmite información a partir de sus vecinos para capturar de manera efectiva los efectos del entorno local. Para la etapa de aprendizaje, utilizamos funciones de pérdida de tipo MSE, estrategias de global pooling para obtener descriptores a nivel de sistema, y arquitecturas basadas en convoluciones sobre

grafos, complementadas con validación cruzada para evaluar la capacidad de generalización. Los resultados preliminares muestran un buen ajuste y una notable capacidad de predicción, lo que refuerza el potencial de las GNN como herramientas para acelerar la predicción de propiedades y guiar el diseño racional de nuevos electrocatalizadores.

[1] Y. Peng, B. Lu and S. Chen, *Adv. Mater.* 30 (2018) 1801995.

[2] H. Mai, T. Le, D. Chen, D. Winkler and R. Caruso, *Chem. Rev.* 122 (2022) 13478.

[3] P. Reiser, M. Neubert, A. Eberhard, L. Torresi, C. Zhou, C. Shao, H. Metni, C. Van Hoesel, H. Schopmans, T. Sommer and P. Friederich, *Commun. Mater.* 3 (2022) 93.

275. Electricidad y magnetismo de monopolos magnéticos en hielos de spin: nuevas fases de monopolos

Vignau Tomás Fidel¹, Borzi Rodolfo^{1 2}

¹ *Instituto de Física de Líquidos y Sistemas Biológicos (IFLYSIB) Ciudad de La Plata, Instituto de Física de Líquidos y Sistemas Biológicos*

² *Universidad Nacional de La Plata (UNLP) Ciudad de La Plata, Universidad Nacional de La Plata*

Los hielos de spin son materiales magnéticos frustrados que se caracterizan por tener un estado fundamental desordenado, y excitaciones locales que se asemejan a cargas magnéticas (monopolos). Es común que los materiales frustrados rompan la degeneración de su estado fundamental distorsionando la red cristalina que aloja a los momentos magnéticos, y notable que ese acoplamiento magnetoelástico sea quien dota de un dipolo eléctrico a las cargas monopoles magnéticas. En este trabajo mediante simulaciones computacionales Monte Carlo estudiamos en forma cuantitativa una consecuencia directa de lo anterior: la aparición de una nueva escala de energía, la interacción dipolar eléctrica entre los monopolos. Primero estudiaremos el interjuego entre este efecto y la energía magnetoelástica en ausencia de interacciones dipolares magnéticas de largo alcance. Luego analizaremos la competencia entre las escalas de energía magnética, eléctrica y elástica cuando se consideran interacciones coulombianas entre los monopolos, y como esto lleva a la estabilización de nuevas fases ricas en monopolos, una de las cuales ya ha sido observada en Tb_2TiO_7 .

276. Transición de fase topológica en siliceno, germaneno y estaneno

Villarreal Murúa Julián Antonio¹, Faccio Sgiorovello Ricardo Juan¹, Roura Bas Pablo Ginés^{2 3}, Fuhr Javier Daniel^{2 3}

¹ *Facultad de Química, DETEMA, Área Física, Universidad de la República de Uruguay (UDELAR)*

² *Centro Atómico Bariloche (CAB), Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)*

³ *Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Universidad Nacional de Cuyo (UNCuyo), Instituto Balseiro (IB)*

Un área que actualmente posee gran relevancia tecnológica debido a sus potenciales aplicaciones en nanoelectrónica es aquella que estudia a los materiales con propiedades topológicas. Particularmente relevantes son los aislantes topológicos, materiales que, a pesar de que presentan un bandgap en su estructura de bandas en el *bulk*, en los bordes poseen estados conductores protegidos por simetrías.

En este trabajo se buscó identificar teóricamente las diferentes fases topológicas en monocapas de siliceno, germaneno y estaneno, a través de la determinación del invariante topológico \mathbb{Z}_2 , propuesto por Kane y Mele [1] para caracterizar las fases en aquellos sistemas que respetan la simetría de inversión temporal. Además, se pretendió precisar los valores críticos de campo

eléctrico perpendicular frente a los cuales cada material sufre una transición de fase utilizando la metodología propuesta por Yu et al. [2], la cual puede ser usada en sistemas que carecen de simetría de inversión espacial y no requiere que se fije el gauge en la zona de Brillouin de las autofunciones obtenidas por cálculos de primeros principios.

Los materiales se simularon utilizando el *software* Quantum Espresso y, posteriormente, se obtuvo una representación de *tight-binding* de los sistemas mediante funciones de Wannier altamente localizadas. Finalmente, se realizó un seguimiento de la evolución de los centros de las funciones de Wannier del subespacio ocupado sobre un sistema unidimensional efectivo, al hacer variar el momento cristalino k_y , lo cual permitió calcular el invariante \mathbb{Z}_2 . Esto se repitió para diferentes valores de campo eléctrico, permitiendo identificar con precisión dos fases aislantes topológicamente disímiles para cada uno de los materiales estudiados.

[1] C. L. Kane and E. J. Mele, Phys. Rev. Lett. 95 (2005) 146802.

[2] R. Yu, X. L. Qi, A. Bernevig, Z. Fang and X. Dai, Phys. Rev. B 84 (2011) 075119.

277. Estudio de las transformaciones de fase y propiedades magnéticas de una aleación Cu-25% at. Al-8% at. Mn

Wainberg Matías¹, Velázquez Diego^{1 2}, Lanzini Fernando^{1 2}, Chaparro Marcos A. E.^{1 3}

¹ Facultad de Ciencias Exactas, UNCPBA

² Instituto de Física de Materiales Tandil – IFIMAT (UNCPBA) y CIFICEN (CONICET-UNCPBA-CICPBA)

³ Instituto de Física Arroyo Seco – IFAS (UNCPBA) y CIFICEN (CONICET-UNCPBA-CICPBA)

Las aleaciones ternarias Cu-Al-Mn se caracterizan por poseer tanto propiedades de memoria de forma, asociadas a transformaciones martensíticas, como propiedades magnéticas, debido a la presencia de átomos de Mn. El primer fenómeno es más prominente en composiciones cercanas a Cu_3Al , mientras que el segundo resalta especialmente para composiciones próximas a Cu_2AlMn . Por otro lado, las composiciones no estequiométricas presentan, a temperaturas relativamente bajas ($< 600K$), una zona de coexistencia de dos fases bcc: una fase paramagnética con estructura DO_3 , que funciona como base sobre la que se forman precipitados de la otra fase, de estructura $L2_1$ ferromagnética [1,2].

En este trabajo estudiamos las transformaciones de fase metaestable entre $298K$ y $1148K$, y las cualidades magnéticas de una aleación policristalina Cu-25% at. Al-8% at. Mn. Se analizaron las propiedades de las muestras luego de ser expuestas a tres tratamientos térmicos diferentes: as cast, templado de $1173K$ a $273K$ y envejecimiento a $423K$. Para estudiar las transformaciones de fase se emplearon dos técnicas: resistometría eléctrica y calorimetría diferencial de barrido. Por otro lado, se utilizó un susceptibilímetro para medir la susceptibilidad magnética (χ) de las muestras, un desmagnetizador de campos alternos, un magnetizador de pulso y un magnetometro rotativo fluxgate para medir su magnetización de remanencia isotérmica (MRI), luego de aplicarles distintos campos magnéticos, entre 0,01 y $1T$.

Se encontró que en el intervalo de temperaturas estudiado, la aleación presenta 3 fenómenos: ordenamiento en primeros vecinos, alrededor de los $923K$, ordenamiento primeros y segundos vecinos, cerca de los $823K$ y descomposición espinodal, a aproximadamente $573K$. Además, se observó que el comportamiento magnético a temperatura ambiente de la aleación depende del tratamiento térmico al cual se la haya expuesto: las muestras as cast presentan los valores de susceptibilidad magnética y magnetización remanente de saturación (MRI) más altos ($\chi = 2,2 - 2,4 \cdot 10^{-4} m^3 kg^{-1}$; $MRI = 3,6 - 4,5 \cdot 10^{-3} Am^2 kg^{-1}$), evidenciando su comportamiento ferromagnético dominante, mientras que los valores más bajos ($\chi = 8,8 - 9,0 \cdot 10^{-7} m^3 kg^{-1}$; $MRI = 1,3 - 5,9 \cdot 10^{-5} Am^2 kg^{-1}$) corresponden a las muestras templadas,

indicando que la fase paramagnética domina sobre la ferromagnética. Por su parte, las muestras envejecidas resultaron tener valores de susceptibilidad altos ($\chi = 1,1 - 1,7 \cdot 10^{-4} m^3 kg^{-1}$) en comparación con los de las muestras templadas ($\chi = 8,8 - 9,0 \cdot 10^{-7} m^3 kg^{-1}$), pero con magnetizaciones de remanencia ($MRIS = 1,8 - 6,0 \cdot 10^{-5} Am^2 kg^{-1}$) similares a los de estas últimas ($MRIS = 1,3 - 5,9 \cdot 10^{-5} Am^2 kg^{-1}$), lo que sugiere un incremento en la contribución de la fase ferromagnética, aunque la paramagnética continúa predominando.

[1] D. Velázquez, M. A. E. Chaparro, F. Arriaga, H. N. Böhnelt and F. Lanzini, MRS Advances 9 (2024) 45.

[2] A. Alés and F. Lanzini, Modelling Simul. Mater. Sci. Eng. 22 (2014) 085007.

278. Estudio de las propiedades magnéticas dentro de la región de dos fases $L2_1 + DO_3$ en β $Cu - Al - Mn$ mediante simulaciones de Monte Carlo

Arriaga Facundo¹, Wainberg Matías², Velázquez Diego¹, Lanzini Fernando^{2 1}

¹ Instituto de Física de Materiales Tandil – IFIMAT (UNCPBA) y CIFICEN (CONICET-UNCPBA-CICPBA)

² Facultad de Ciencias Exactas, UNCPBA, Pinto 399, (7000) Tandil, Argentina.

El sistema $Cu - Al - Mn$ tiene relevancia tecnológica debido a sus particulares propiedades mecánicas y magnéticas. Entre estas destaca el efecto de memoria de forma, asociado a la existencia de una transformación no difusiva entre una fase β bcc estable a alta temperatura (austenita) y una fase cúbica compleja estable a baja temperatura (martensita). Esta transformación es conocida como martensítica, y en el sistema $Cu - Al - Mn$ ocurre para bajos porcentajes de Mn cerca del Cu_3Al [1]. Además, el sistema presenta propiedades magnéticas, en particular la composición estequiométrica Cu_2AlMn es conocida por su ferromagnetismo debido a la interacción RKKY entre los átomos de Mn [2]. Para altas temperaturas la fase β es desordenada ($A2$); a medida que desciende la temperatura la aleación se ordena a primeros vecinos resultando en una estructura $B2$, o a primeros y segundos vecinos en una estructura $L2_1$ o DO_3 . Por debajo de las temperaturas de orden existe una región de coexistencia de fases entre la estructura DO_3 paramagnética (Cu_3Al) y la $L2_1$ ferromagnética (Cu_2AlMn) [2]. Las propiedades magnéticas del $Cu - Al - Mn$ están determinadas por el tamaño y la distribución de precipitados de Cu_2AlMn en la matriz de Cu_3Al . Para menores contenidos de Mn los precipitados presentan un comportamiento superparamagnético, pero al aumentar su tamaño y el contenido de Mn el comportamiento se vuelve ferromagnético [3]. Además, estudios previos sugieren que el envejecimiento con campo aplicado favorece la formación de la fase $L2_1$ [4]. En trabajos previos se han realizado simulaciones de Monte Carlo a partir de un modelo que permite describir la separación de fases debida a la interacción magnética de los átomos de Mn , así como también las transiciones de orden [2,5]. En este trabajo se estudió el comportamiento magnético de aleaciones de $Cu - Al - Mn$ con contenido relativamente bajo de Mn , envejecidas bajo distintas condiciones dentro de la región de coexistencia de fases. A partir de simulaciones de Monte Carlo se calculó la magnetización en función del campo para las distintas situaciones.

[1] R. Kainuma, S. Takahashi, K. Ishida. Metall. Mater. Trans. A 27 2187–2195 (1996).

[2] F. Arriaga, D. Velázquez, F. Lanzini. MRS Advances 9, 130-135 (2024).

[3] S. M. Konoplyuk, V. V. Kokorin, O. V. Kolomiets, A. E. Perekos, V. M. Nadutov. Journal of Magnetism and Magnetic Materials 323, 763-766 (2011).

[4] D. Velázquez, M. A. Chaparro, F. Arriaga, H. N. Böhnelt, F. Lanzini. MRS Advances 9, 45-50 (2024).

[5] A. Alés, F. Lanzini, Model. Simul. Mater. Sci. Eng. 22, 085007 (2014).

279. Monocristales de MAPbBr₃ para dispositivos optoelectrónicos

Williner Abigail¹, Schmidt Javier^{1 2}

¹ Instituto de Física del Litoral (IFIS), Santa Fe Capital

² Facultad de Ingeniería Química (FIQ), Santa Fe Capital

Las perovskitas híbridas de bromuro de plomo y metilamonio (MAPbBr₃) han despertado un creciente interés en el campo de la optoelectrónica debido a su banda prohibida directa, alta absorción óptica, buenas propiedades de transporte eléctrico y la posibilidad de fabricarlas mediante procesos de bajo costo. Sin embargo, se ha demostrado que sus propiedades optoelectrónicas dependen fuertemente de la forma cristalina y del método de síntesis. Diversos estudios han evidenciado que, en películas policristalinas de MAPbBr₃, los bordes de grano actúan como centros de recombinación no radiativa, limitando el rendimiento del semiconductor. En cambio, su forma monocristalina presenta ventajas significativas, como menor densidad de defectos, mayor estabilidad y ausencia de bordes de grano, lo que permite estudiar sus propiedades intrínsecas con mayor precisión y reproducibilidad [1,2].

En este trabajo se estudian monocristales de MAPbBr₃ obtenidos mediante el método de cristalización a temperatura inversa, una técnica que permite el crecimiento controlado de cristales de alta calidad. Se realiza una caracterización estructural mediante difracción de rayos X (DRX) y espectroscopía Raman, junto con una caracterización optoelectrónica que incluye espectroscopía de transmitancia óptica, fotoluminiscencia (PL) y fotoluminiscencia resuelta en el tiempo (TRPL). Además, se exploran las propiedades eléctricas del material mediante medidas de conductividad bajo diferentes condiciones. Estos resultados permiten evaluar el potencial de los monocristales de MAPbBr₃ para aplicaciones en dispositivos emisores y detectores de luz, así como en tecnologías fotovoltaicas emergentes.

[1] M. I. Saidaminov, A. L. Abdelhady, B. Murali et al, Nat. Commun. 6 (2015) 7586.

[2] S. Amari, J. M. Verilhac, E. Gros D'Aillon, A. Ibanez and J. Zaccaro, Cryst. Growth Des. 20 (2020) 1665.

280. Rugosidad y topografía de películas metálicas depositadas sobre plataformas nanoestructuradas para diversas aplicaciones nanotecnológicas

Yoma Nicolás^{1 2}, Francisco Galíndez^{1 2}, Leandro Fernández^{1 2}, Fabrizio Mayorga^{3 4}, Bajales Luna Noelia^{1 2}

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

² Universidad Nacional de Córdoba (UNC)

³ Instituto de Física Enrique Gaviola (IFEG), Córdoba Capital

⁴ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

Los sistemas nanoestructurados basados en óxidos metálicos, como las membranas de óxido de aluminio anódico (AAO), representan una clase única de nanomateriales con propiedades excepcionales y un gran potencial en diversas aplicaciones. Estas membranas se fabrican mediante un proceso llamado anodización, que transforma la superficie del metal en una capa de óxido anódico autoorganizada y porosa. Una de sus ventajas clave es la capacidad de controlar con precisión el diámetro de los poros, la periodicidad y el espesor. Las capas de AAO pueden utilizarse como plantillas en aplicaciones nanotecnológicas, eliminando la necesidad de costosos sistemas litográficos. Entre las estrategias para modificar la naturaleza eléctrica de la superficie nanoestructurada de la alúmina, se encuentra la funcionalización de estas superficies

mediante la deposición de una película delgada, de algunos nanómetros de espesor, en la que el cambio de rugosidad y las propiedades eléctricas abren la puerta a la creación de materiales con características superficiales específicas, útiles en campos como la electrónica y los sensores. En este trabajo se presentan resultados de la síntesis de membranas de alúmina porosa (MAPs) a partir del anodizado de aluminio ultrapuro, para dos diámetros de poros distintos (20 y 200 nm), cuyos espesores promedios son de 10 μm . Dichas membranas se fabrican por dos estrategias de anodizado distintas para cubrir el rango de diámetros propuestos. Así, la anodización doble (AD) permite obtener MAPs con diámetro de poros de 20 nm aproximadamente, mientras que por anodización fuerte (AF) se obtienen poros con 100 nm de diámetro. Para la AD se usa una fuente conmutada que puede proporcionar hasta 96 V de tensión continua, en tanto que para la AF se usa un conjunto de fuentes conmutadas y relés, controladas por tecnología Arduino, lo que permite implementar rampas de voltaje entre 1,25 y 200 V. Ambas fuentes fueron diseñadas y fabricadas en el Grupo de Ciencia de Materiales de FaMAF-UNC. Se optimizan las condiciones experimentales (electrolito, pH, temperatura, tiempos de anodizado, voltaje de anodizado) para el control de la porosidad de los sustratos de alúmina. La superficie de las membranas fue recubierta por distintas películas metálicas (Au, AuPd, Ni y Cu), de espesor promedio 20 nm. Por un lado, se caracterizan la distribución de poros, circularidad, distancia inter-poro y espesor de la plataforma de alúmina, así como el espesor y la topografía de las películas depositadas, mientras que la composición elemental se determina por EDS. La caracterización de la topografía de cada sistema estudiado (película metálica/MAP) se determina por microscopía de fuerza atómica (AFM), a partir de la cual se realiza un análisis exhaustivo de la rugosidad. El estudio de los sistemas fabricados contribuye a la comprensión de la formación de películas sobre superficies nanoestructuradas en arquitectura de multicapas, de interés en aplicaciones de sensado molecular.

281. Modelo clásico para describir la dinámica de paredes de dominio magnéticos

Yonar Javier Maximiliano¹, López Sebastián^{1 2}, Domenichini Pablo Exequiel^{1 2}

¹ Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de Salta (UNSa)

² Instituto de Investigación en Energías No Convencionales (INENCO), Salta Capital

La simulación de paredes de dominio magnético (PDMs) es fundamental tanto para el avance del conocimiento básico como para el desarrollo de tecnologías emergentes en el campo del magnetismo [1]. Estas simulaciones permiten explorar en detalle los mecanismos físicos que gobiernan la dinámica de las PDMs, incluyendo la influencia del desorden, la interacción entre dominios, el acoplamiento con campos externos y los efectos térmicos, bajo condiciones que resultan difíciles o imposibles de controlar experimentalmente. Los modelos que han mostrado gran utilidad desde el punto de vista fenomenológico son los llamados modelo de línea elástica y el modelo ϕ^4 [2,3]. En este trabajo se analiza la dinámica de una pared de dominio tipo burbuja, desde un enfoque clásico como un conjunto discreto de masas y resortes. Cada masa representa un segmento de la pared, sometido a fuerzas elásticas (simuladas mediante resortes que conectan masas vecinas), fuerzas de conducción externas (como el campo magnético aplicado), y fuerzas de fricción (relacionadas con procesos de disipación). Este modelo permite capturar los aspectos más básicos del movimiento colectivo de la pared, tales como la propagación dependiente del campo y la temperatura, así como la deformación local inducida por el desorden estructural del medio.

[1] S. Bustingorry, J. Guyonnet, P. Paruch and E. Agoritsas, Journal of Physics: Condensed Matter 33 (2021) 345001.

[2] T. Giamarchi, A. B. Kolton and A. Rosso, Lecture Notes in Physics 688 (2006) 91.

[3] J. Ferré et al, *Comptes Rendus Physique* 14 (2013) 651.

282. Estudio de la densidad de distribución de pares vecinos en nanopartículas de Ag esféricas y triangulares mediante ePDF

Zarragoicoechea Hernan Matias^{1 2}, Zelaya Eugenia^{1 2}, Azcárate Julio C.^{1 2}

¹ *Instituto Balseiro, Universidad Nacional de Cuyo, S.C. de Bariloche, Río Negro, Argentina.*

² *Depto de Materiales Funcionales y Estructurales, Gerencia de Física, Centro Atómico Bariloche - CONICET.*

Este estudio investiga el arreglo atómico y las propiedades estructurales de nanopartículas de plata (AgNPs) con distintas morfologías esféricas y triangulares, utilizando la técnica de la Función de Distribución de Pares (ePDF) obtenida por difracción de electrones en un microscopio electrónico de transmisión [1]. La ePDF es una técnica que analiza los patrones de difracción (espacio recíproco) para obtener información en el espacio real sobre las distancias interatómicas y la estructura local, lo cual es especialmente útil para estudiar materiales con defectos o desorden estructural. Las nanopartículas son de gran interés para la investigación debido a sus propiedades únicas, que difieren notablemente de los materiales masivos, lo que las hace prometedoras para aplicaciones en catálisis, sensores, medicina y dispositivos fotónicos. Específicamente, las AgNPs triangulares, o nanoplatas, exhiben modos de plasmones superficiales localizados altamente anisotrópicos con resonancias ajustables, cruciales para aplicaciones en biosensores, fotocatalisis y dispositivos fotónicos. Estos nanoplates presentan un espesor de 6 nm y unos 60 nm de lado, además no presentan la misma estructura cristalina que la plata "bulk", presentan una estructura mixta fcc y hcp [2]. En tanto las nanopartículas esféricas de diámetro similar presentan una estructura cristalina fcc tal como lo hace la plata "bulk".

Nuestra metodología implicó la síntesis de AgNPs de morfología tanto esférica como triangular. Las muestras fueron luego caracterizadas por Microscopía Electrónica de Transmisión (TEM), obteniendo patrones de Difracción de Electrones de Área Seleccionada (SAED) usando tres tamaños de apertura diferentes. Para asegurar cálculos ePDF precisos, la longitud de la cámara fue calibrada meticulosamente usando un patrón de difracción de electrones de TiCl para establecer la relación pixel/Å⁻¹. Se empleó el software ePDFpy, una herramienta GUI interactiva basada en Python, para procesar los patrones de SAED, extraer perfiles de intensidad radial mediante integración circular, y luego computar la ePDF para ambos tipos de partículas aplicando una transformada de Fourier a la función de intensidad reducida normalizada [3].

Los hallazgos clave revelan conocimientos significativos sobre la estructura a nanoescala. Se observó un desplazamiento consistente hacia la izquierda de los picos principales en las ePDFs para las AgNPs tanto triangulares como esféricas. Este desplazamiento sugiere una contracción del parámetro de la red, probablemente provocado por las tensiones superficiales presentes en las nanopartículas.

Para los nanoplates triangulares, los patrones de SAED sugirieron una estructura que se asemeja a la hexagonal compacta (hcp) en lugar de la cúbica centrada en las caras (fcc) esperada para la plata masiva, indicando la presencia de fallas de apilamiento dentro de su estructura cristalina. Este hallazgo resalta la capacidad de la ePDF para proporcionar información detallada sobre defectos estructurales locales.

También se encontró que para tamaños más chicos de partículas la función de distribución de pares no parece ser afectada por la sustracción del fondo generado por el amorfo de la grilla que sostiene las AgNPs. En tanto esta sustracción afectó la función de distribución de pares.

[1] JB Souza Junior and G Ravanhani Schleder and J Betini and L Costa Nogueira and A Fazzio and E Roberto Leite, *Matter* 4 (2021) 441.

[2] V Germain and J Li and D Ingerter and ZL Wang and MP Pileni, *J. Phys. Chem. B* 107 (2003) 8717.

[3] M Kim and P Kim and R Bassiri and K Prasai and M.M. Fejer and K. Lee, *Comput. Phys. Commun.* 299 (2024) 109137.

283. Análisis teórico del transporte de espines en una tricapa L_j /semiconductor/ L_j , con $L_j = \text{Fe, NiFe, CoFeB, CoFe}$

Zúñiga Julián Andrés¹, Gil Rebaza Arles V.^{1 2}

¹ Instituto de Física de La Plata (IFLP) Ciudad de La Plata

² Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Plata, 1900 La Plata, Argentina

La heteroestructura tipo pseudoválvula de espín (PSV), compuesta por una configuración electrodo/ aislante/ electrodo, donde los electrodos son metales ferromagnéticos (FM), semiconductores magnéticos diluidos (DMS) o semiconductores ferromagnéticos (FMS) han despertado un notable interés como componentes en dispositivos espintrónicos debido a sus propiedades magnetorresistivas (MR), las cuales han sido ampliamente estudiadas [1]. En particular, cuando el material aislante magnético es un semiconductor (SC), la estructura forma una unión de túnel magnética (MTJ). Por lo tanto, se estima la magnetorresistencia por efecto túnel (TMR) [2], calculando la conductancia mediante la fórmula de Landauer-Büttiker [3]. En este estudio, dicha fórmula se aplica a un sistema de canal único a $T \approx 0$ K, lo que permite describir el transporte electrónico en sistemas nanométricos [4].

En este trabajo se presenta un estudio teórico del transporte de espín en una heteroestructura tipo PSV, considerando para el SC la banda de conducción en el punto Γ del espacio recíproco así como el acoplamiento espín-órbita (SOC). Para los electrodos FM izquierdo ($j = l$) y derecho ($j = r$), se incluye la diferencia de energía entre las bandas de espín mayoritario y minoritario (Δ_j) [5], junto con la orientación del vector normal de magnetización (\mathbf{n}_j) en el plano de la barrera [6]. A partir de las ecuaciones de Schrödinger-Pauli, y aplicando condiciones de frontera apropiadas, se obtiene una expresión analítica para la probabilidad de transmisión como función de la dirección de \mathbf{n}_j .

Además, se calcula la magnetorresistencia por efecto túnel (TMR) a baja temperatura como función tanto de la dirección del eje cristalográfico que favorece la magnetización (θ_m) en los electrodos FM como del espesor del SC, utilizando el formalismo de Landauer-Büttiker. Los resultados muestran que la TMR alcanza su valor máximo cuando la dirección \mathbf{n}_j está alineada con θ_m .

Al aplicar este modelo físico-matemático a una heteroestructura tipo PSV, donde SC corresponde a InSb, InAs, GaSb o GaAs, se encuentra que los efectos SOC de Dresselhaus y Rashba no contribuyen de manera significativamente a la TMR. Además, se observa que la TMR es idéntica para configuraciones del tipo $L_l/\text{SC}/L_k$ y $L_k/\text{SC}/L_r$, siendo L_k un el electrodo fijo del conjunto FM definido como $\text{FM} = \{\text{Fe, NiFe, CoFeB, CoFe}\}$.

[1] M. K. Yadav and S. K. Gupta, *Micro and Nanostruc.* 165, 207192/1 (2022).

[2] K. Takase, L-D. Anh, K. Takiguichi, and M. Tanaka, *Appl. Phys. Lett.* 117, 092402/1 (2020).

[3] M. Wimmer, M. Lobenhofer, J. Moser, A. Matos-Abiague, D. Schuh, W. Wegscheider, J. Fabian, K. Richter, and D. Weiss, *Phys. Rev. B* 80, 121301(R)/1 (2009).

[4] D. K. Ferry and S. M. Goodnick, *Transport in Nanoestructuras*, 1st ed. Cambridge University Press (1997).

[5] J. E. Bunder, *Appl. Phys. Lett.* 91, 092111/1 (2007).

[6] A. Matos-Abiague and J. Fabian, Phys. Rev. B 79, 155303/1 (2009).

284. Adsorción de nitrobenzeno sobre las superficies (101) y (001) de TiO₂ anatasa: protonización superficial y vacancias de O

Zúñiga Julián Andrés¹, Rengifo Herrera Julián Andrés^{2 3}, Gil Rebaza Arles V.^{1 4}

¹ Instituto de Física de La Plata (IFLP)

² Centro de Investigación y Desarrollo en Ciencias Aplicadas "Dr. Jorge J. Ronco" (CINDECA)-CONICET

³ Departamento de Química, Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Plata

⁴ Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Plata

En los últimos años la implementación de nuevas técnicas y tecnologías que permiten reducir los problemas ambientales ocasionados en la síntesis fotocatalítica de compuestos orgánicos, han generado gran interés en estudios experimentales y teóricos relacionados con la industria química, como es el caso de la reducción fotocatalítica de nitrobenzeno C₆H₅NO₂ (NB) a anilina en la superficie (110) de TiO₂ en fase rutilo [1]. En consecuencia, en este trabajo se presenta un estudio teórico soportado en resultados experimentales (UV-vis y EPR) de la adsorción del NB en la superficie (101) y (001) de la nanopartícula de TiO₂ en fase anatasa, visitando sitios superficiales de Ti, O y vacancias de O (Vo) [2,3], teniendo en cuenta la protonización en la superficie del semiconductor en mención debido a la técnica de crecimiento que se utiliza.

Los cálculos fueron realizados con el marco de la teoría funcional densidad (DFT) usando el método de pseudopotenciales + ondas planas (VASP), la parte de intercambio correlación fue descrita por la parametrización de Perdew-Burke-Ernzerhof [4] de la aproximación del gradiente generalizado (GGA-PBE), además se consideraron interacciones tipo van der Waals (rvv10) [5]. Las curvas de energía potencial vs distancia que describen la interacción molécula-superficie han sido ajustadas con el potencial Coulomb-Buckingham (CB) [6] permitiendo así obtener tanto la energía de adsorción como la distancia de enlace. De los resultados obtenidos la adsorción de NB en posición vertical sobre TiO₂(101) es más favorable cuando se considera Vo y protonización superficial.

[1] Y. Ji, T. Fan and Y. Luo, Phys. Chem. Chem. Phys. 22 (2020) 1187.

[2] S. Wang, G. Li and M. K. H. Leung, Appl. Catal. B-Environ. 215 (2017) 85.

[3] N. Serpone, J. Phys. Chemistry B 110 (2006) 24287.

[4] J. P. Perdew, K. Burke and M. Ernzerhof, Phys. Rev. Lett. 77 (1996) 3865.

[5] R. Sabatini, T. Gorni and S. de Gironcoli, Phys. Rev. B 87 (2013) 041108(R).

[6] M. H. Müser, S. V. Sukhomlinov and L. Pastewka, Adv. Phys. X 7 (2022) 1.

MEC. ESTADÍSTICA, FÍSICA NO-LINEAL Y SIST. COMPLEJOS

Martes 16 y Miércoles 17 17:00 - 18:30 hs.

Sala Pettoruti, TACPA

Pósters impares se exhiben Martes 16 y pósters pares Miércoles 17

285. Cuantificando la accesibilidad de barrios populares a servicios de salud y educación

Amado Nicolas E.¹, Revelli Jorge A.¹, Lucca Carlos M.²

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

² Instituto de Investigación y Formación en Administración Pública (IFAP), Córdoba Capital

Este trabajo es parte del proyecto de investigación titulado "Accesibilidad a servicios de Educación y Salud de la Población Residente en Barrios Vulnerables en el Área Metropolitana de la ciudad de Córdoba" (SeCyT - CONSOLIDAR), cuya finalidad es analizar la accesibilidad a servicios de educación y salud de los residentes en barrios vulnerables localizados en el área metropolitana de la ciudad de Córdoba.

Para esto, se propone un modelo basado en el análisis de las trayectorias de individuos en la red de calles y a través del transporte público. En este modelo, cada trayectoria por la red tiene un costo acumulado W . El costo W se calcula mediante una adaptación del algoritmo de Dijkstra [1], que permite encontrar los caminos de menor costo desde un nodo fuente hacia el resto de la red. La red se modela como un grafo dirigido, donde los nodos representan las intersecciones viales (esquinas) y las aristas representan calles o conexiones de transporte público. A cada arista se le asigna un peso que representa el esfuerzo requerido para recorrerla.

La red de calles tiene un costo particular, $W_C(d) = d$, proporcional a la distancia del recorrido, medida en metros. El modelo incorpora explícitamente el uso del transporte público mediante la asignación de aristas adicionales entre paradas, con un costo diferente: $W_T(d) = \lambda d + c$, donde λ es un multiplicador positivo y menor que uno, que modela la mayor eficiencia del desplazamiento en transporte público en comparación con el desplazamiento a pie. Para reflejar el costo adicional asociado a ingresar a un transporte (por ejemplo, el tiempo de espera o el costo monetario), se introduce un parámetro de penalización c , que se suma una única vez al cambiar de modo de transporte. De esta forma, se penalizan trayectorias con múltiples transferencias, pero se preserva la ventaja del transporte público en trayectos largos debido a sus bajos costos por unidad de distancia recorrida.

El resultado es un mapa de costos mínimos desde cada nodo fuente, que puede ser interpretado como un mapa de accesibilidad [2], donde las zonas más accesibles (es decir, con menor W) se encuentran más cerca del origen en términos de esfuerzo. Este enfoque permite comparar la accesibilidad de los residentes en diferentes zonas de la ciudad bajo distintos escenarios de localización de los servicios (salud y educación) o de recorridos de transporte público.

Se analiza la accesibilidad de los barrios que integran el Registro Nacional de Barrios Populares (RENABAP), y se aplica el método descrito en la ciudad de Villa Carlos Paz.

[1] E. W. Dijkstra, Numer. Math. 1 (1959) 269.

[2] R. H. M. Pereira and D. Herszenhut, Introduction to urban accessibility: a practical guide with R, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), Brazil, 2023.

286. Análisis estructural del modelo de Sznajd 2D

Amado Nicolas E.¹, Revelli Jorge A.¹, Gaudiano Marcos E.²

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

de Física Enrique Gaviola (IFEG), Córdoba Capital

² Facultad de Matemática, Astronomía, Física y Computación (FAMAF) Córdoba Capital, Centro de Investigación y Estudios de Matemática (CIEM), Córdoba Capital

Este trabajo explora un modelo de dinámica ideológica en sociedades complejas, donde los agentes compiten entre dos posibles posiciones ideológicas, y una postura neutral. Se basa en una generalización del modelo de Sznaid [1], que incorpora condiciones iniciales estructuradas y una interacción localizada entre vecinos, con el objetivo de analizar cómo emergen nuevas ideologías como consecuencia de la interacción [2].

La sociedad se representa mediante una matriz cuadrada donde cada celda corresponde a un agente con una postura ideológica. Los “agentes activos” pueden cambiar de postura influenciados por sus vecinos, mientras que los “apáticos” no participan. El parámetro de apatía ($0 \leq \theta \leq 1$) regula la proporción de apáticos en el sistema, siendo un valor alto indicativo de poca participación social.

Se introducen condiciones iniciales estructuradas utilizando patrones fractales con dimensiones específicas para las posiciones activas. Estos patrones cumplen restricciones geométricas que permiten generar mapas ideológicos complejos y no aleatorios. A medida que evoluciona el sistema, puede surgir una nueva postura emergente, producto de la interacción entre agentes de posturas opuestas que se disponen en un patrón de tipo tablero de ajedrez [3].

Los resultados muestran que el patrón final depende fuertemente de la dimensión fractal de las posiciones iniciales. Se analiza la probabilidad de que una postura “gane” (es decir, tenga la mayor adhesión final) y cómo esta varía en función de las dimensiones iniciales. Aunque la probabilidad de ganar de las posiciones ideológicas iniciales parece crecer con la dimensión inicial, la posición emergente muestra una conducta altamente no lineal y sensible a las condiciones iniciales. Además, se utilizan diagramas ternarios para estudiar la distribución de adherencias finales, revelando patrones como diagramas de Voronoi que reflejan simetrías y transiciones abruptas [4]. En casos con alta estructura, aparecen distribuciones discretas de adhesión debido a la evolución conjunta de bloques conectados.

Este análisis proporciona una nueva perspectiva sobre la dinámica ideológica en sistemas complejos, destacando cómo la estructura inicial puede determinar la emergencia de nuevas posturas sociales y los resultados colectivos del sistema.

[1] K. Sznaid-Weron and J. Sznaid, International Journal of Modern Physics C 11 (2000) 1157.

[2] M. E. Gaudiano and J. A. Revelli, Physica A 521 (2019) 501.

[3] N. E. Amado, Análisis entrópico de un modelo de formación de opinión con condiciones iniciales estructuradas, Master's Thesis, Facultad de Matemática, Astronomía, Física y Computación, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina (2023).

[4] N. E. Amado, M. E. Gaudiano and J. A. Revelli, The European Physical Journal B, 97 (2024) 164.

287. Propiedades dinámicas y estructurales de los modelos TTFL del reloj circadiano molecular

Arana Villarroel Ricardo Josué¹, Condat Carlos Alberto^{2 3}, Nieto Paula Sofía^{1 3}

¹ Facultad de Ciencias Químicas (FCQ), Universidad Nacional de Córdoba (UNC)

² Facultad de Matemática, Astronomía, Física y Computación (FAMAF), Universidad Nacional de Córdoba (UNC)

³ Instituto de Física Enrique Gaviola (IFEG), CONICET

Los relojes biológicos están presentes en todos los organismos y operan en distintas escalas

de complejidad. A nivel molecular, se basan en bucles de retroalimentación transcripcional-traducciona (TTFLs, por sus siglas en inglés), redes génicas conservadas evolutivamente que regulan ritmos circadianos (~ 24 h) en la expresión génica, el metabolismo y la fisiología celular. En este trabajo, analizamos un modelo generalizado de Goodwin, formulado mediante ecuaciones diferenciales acopladas de primer orden que describen la evolución temporal de las concentraciones de las especies que componen los TTFLs. Estudiamos las condiciones necesarias para la aparición de oscilaciones y derivamos expresiones analíticas para el periodo y los retardos de fase. Aplicamos estos resultados a los modelos de Griffith y Kim-Forger, demostrando que ambos pueden generar dinámicas similares bajo ciertas relaciones específicas entre sus parámetros. Esto permite construir diagramas de fase equivalentes que caracterizan el tipo de oscilación o su ausencia.

Finalmente, en el contexto de la biología sintética, esta caracterización abre nuevas posibilidades para el diseño de circuitos génicos aplicados a la biorremediación de aguas y suelos contaminados, especialmente aquellos afectados por actividades industriales.

288. Estudio de la magnetización de materiales frente a condiciones de frontera, temperatura y campo magnético

Barreto Roberto Antonio¹, Tenorio Hilario Mariana Michelly¹, Aranguren Santiago Valentin¹

¹ Asociación Física Argentina (AFA)

En este trabajo, y como parte de un proyecto de iniciación a la investigación de estudiantes de Ingeniería de la Universidad Nacional de General Sarmiento, estudiamos numéricamente la magnetización de materiales frente a diferentes condiciones de contorno. Proponemos un modelo de matriz cuadrada de espines, y mediante el rol de la temperatura, vacancias y campos magnéticos externos, estudiamos como la magnetización de un material se puede modificar. Aunque el estudio de los nanomateriales magnéticos ha evolucionado considerablemente en los últimos años, el modelo de Ising es un buen primer modelo para comenzar a estudiar nanomateriales magnéticos y sus aplicaciones. Nuestros resultados, muestran que el efecto tamaño y la temperatura son buenos parámetros en la estadística de la magnetización de materiales. Además, las simulaciones numéricas arrojan que las propiedades de magnetización de un material quedan condicionadas por el efecto de borde térmico, vacancias (simulación de huecos) y por campos magnéticos dependientes del tiempo. Como futuro trabajo, se propone continuar estudiando la dinámica de espines aplicada a semiconductores magnéticos en la nanoescala.

289. Un nuevo grupo de renormalización funcional

Beretta Piero¹, Codello Alessandro¹

¹ Instituto de Física-Facultad de Ingeniería, Universidad de la República de Uruguay (UDEAR)

El grupo de renormalización funcional [1] (FRG, por sus siglas en inglés) es una herramienta poderosa que ha facilitado la investigación de diversas teorías fuertemente correlacionadas, abarcando sistemas caracterizados tanto por variables bosónicas como fermiónicas. En particular, este proyecto se centra en el análisis de teorías con simetría $O(N)$ conformadas por campos escalares bosónicos. Estas teorías son de interés particular debido a su amplia aplicabilidad en sistemas físicos reales. Por ejemplo, la simetría Z_2 (el modelo $O(1)$) describe la bien conocida clase de universalidad de Ising, que a su vez modela la transición líquido-gas. Por otro lado, el modelo $O(2)$ pertenece a la clase de universalidad del modelo XY, empleado para describir la transición de fluido a superfluido en ^4He , mientras que el modelo $O(3)$, conocido como el modelo de Heisenberg, describe la transición ferromagnética en materiales isotrópicos. Finalmente, el

modelo $O(0)$ está relacionado con la caminata autoevitante (SAW, por sus siglas en inglés). Para caracterizar estas teorías, se han implementado diversos métodos dentro del marco del grupo de renormalización. La teoría de perturbaciones se ha aplicado desde los inicios de este campo, concretamente en la forma de la expansión en ε [2,3], la cual ha alcanzado altos órdenes de bucle en los últimos años. Alternativamente, se puede optar por un enfoque no perturbativo, conocido como grupo de renormalización no perturbativo (NPRG) [4-6]. Dentro del NPRG existen varios esquemas de aproximación, siendo la expansión en derivadas particularmente destacable. El objetivo final de estos esfuerzos es calcular los exponentes críticos, que definen una clase de universalidad dada. El método no perturbativo estándar implica resolver una ecuación que depende de un regulador o corte, lo que representa uno de los principales desafíos de este enfoque. En este proyecto, proponemos un enfoque que elimina la necesidad de un corte de masa explícito, lo que simplifica significativamente el cálculo de los exponentes críticos y, al mismo tiempo, reduce la dependencia de los resultados respecto al regulador. En particular, demostramos que es posible usar la regularización dimensional (DR) [7-9] más allá de la expansión en ε en el contexto del RG en el cálculo de propiedades críticas.

- [1] A. Codello, M. Safari, G. P. Vacca and O. Zanusso, Eur. Phys. J. C 78 (2018) 30.
- [2] K. G. Wilson and M. E. Fisher, Phys. Rev. Lett. 28 (1972) 240.
- [3] K. G. Wilson and J. B. Kogut, Phys. Rept. 12 (1974) 75.
- [4] C. Wetterich, Nucl. Phys. B 352 (1991) 529.
- [5] C. Wetterich, Z. Phys. C 57 (1993) 451.
- [6] J. Berges, N. Tetradis and C. Wetterich, Phys. Rept. 363 (2002) 223.
- [7] C. G. Bollini and J. J. Giambiagi, Nuovo Cim. B 12 (1972) 20.
- [8] G. 't Hooft and M. J. G. Veltman, Nucl. Phys. B 44 (1972) 189.
- [9] G. 't Hooft, Nucl. Phys. B 61 (1973) 455.

290. Dímeros RLC no lineales con acoplamiento direccional para transporte no recíproco

Blanco Leandro Javier¹, Ramos Alba Yanina^{1 2}, Fernández Alcázar Lucas Jonatan^{1 2}

¹ FaCENA, Universidad Nacional del Nordeste (UNNE) Corrientes (capital)

² Instituto de Modelado e Innovación Tecnológica (IMIT), Corrientes (capital)

El transporte no recíproco en sistemas físicos ha cobrado relevancia en múltiples áreas, desde óptica no lineal hasta redes electrónicas, por su potencial para diseñar componentes direccionales como aisladores o circuladores [1,2]. En el contexto de circuitos eléctricos, diversos trabajos han demostrado que la incorporación de elementos activos y no lineales puede romper la simetría de reciprocidad y generar transporte asimétrico de señales [3]. En este trabajo, investigamos la propagación de señales en dímeros RLC con acoplamientos cuya direccionalidad es preferencial, los cuales se logran combinando elementos reactivos con impedancias negativas, promoviendo una dirección de propagación. Mediante simulaciones numéricas en software SPICE, mostramos que la respuesta del sistema resulta asimétrica. Se exploran distintas configuraciones de acoplamiento resistivo y capacitivo asimétrico. El estudio de esta arquitectura permitirá construir redes de múltiples acoplamientos direccionales, abriendo la puerta a funciones más complejas.

- [1] D. Jalas et al, Nature Photonics 7 (2013) 579.
- [2] L. Feng et al, Science 333 (2011) 729.
- [3] W. Zhao et al, Nature Communications 15 (2024) 9907.

291. Termodinámica de adsorción sobre sustratos heterogéneos top-bridge de geometría hexagonal

Bulnes Fernando M.^{1 2}, Sanchez Varretti Fabricio O.^{3 2}, Ramirez Pastor Antonio J.^{1 2}

¹ Dpto. de Física, UNSL

² INFAP Conicet, San Luis

³ UTN Regional San Rafael

Mediante aproximación estadística de racimo y simulación computacional de Monte Carlo, en el marco del modelo gas de red, se estudia el proceso adsorptivo sobre sustratos que presentan una topografía energética heterogénea fuertemente correlacionada del tipo top-bridge, de geometría hexagonal [1,2]. Se consideran diferentes valores para los parámetros energéticos del problema, las energías de adsorción de cada tipo de sitio de la red (sitios top, bridge, y hollow), y las energías de interacción laterales adsorbato-adsorbato a primeros y segundos vecinos en la fase adsorbida. El proceso adsorptivo, para los distintos casos considerados, es monitoreado a través de las principales cantidades termodinámicas, isothermas de adsorción, fracciones de ocupación por tipo de sitio, factor termodinámico, fluctuaciones de cubrimiento, calor diferencial de adsorción, energía total del adsorbato por sitio de red y por partícula, entropía del sistema y energía libre de Helmholtz, entre otros [2].

Los resultados obtenidos permiten distinguir comportamientos muy interesantes del sistema en función de la temperatura y de los parámetros energéticos del problema, dada la geometría del sustrato y la presencia de diferentes tipos de sitios de adsorción. Se observa una notable concordancia entre los resultados obtenidos mediante aproximación de cluster y simulación de Monte Carlo, particularmente para valores moderados de los parámetros energéticos [3]. Los resultados permiten confirmar la importancia de las aproximaciones de racimo en el marco del modelo gas de red, para el estudio de los fenómenos que ocurren en la interfase gas-sólido, especialmente en el caso de topografías energéticas fuertemente correlacionadas del tipo top-bridge y geometría hexagonal [4]. Cabe destacar su potencial para predecir y explorar el comportamiento de la fase adsorbida sobre sustratos de notable interés actual, dado su vinculación con materiales como el grafeno y el siliceno [5], entre otros sistemas que presentan este tipo de geometrías.

[1] W. Rudzinski and D. H. Everett, Adsorption of gases on heterogeneous surfaces, Acad. Press, London (1992).

[2] G. Zgrablich, in Equilibria and dynamics of gas adsorption on heterogeneous solid surfaces, W. Rudzinski, W. A. Steele and G. Zgrablich, Eds., Elsevier (1997).

[3] F. O. Sanchez Varretti, F. M. Bulnes, A. J. Ramirez Pastor, Phys. A 518 (2019) 145.

[4] P. Longone, F. O. Sanchez-Varretti, F. M. Bulnes and A. J. Ramirez-Pastor, Phys. Rev. E 110 (2024) 064103.

[5] M. Quanyan Man, A. Yongling, S. Hengtao, W. Chuanliang, X. Shenglin and F. Jinkui, Materials Today 67 (2023) 566.

292. Representación del aleteo de un colibrí mediante autoencoders

Buono Pedro¹, Mindlin Gabriel B.^{1 2}

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

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

En este trabajo nos proponemos reconstruir el espacio de fases que representa la dinámica de un fenómeno físico registrado a partir de un video mediante una red neuronal. La misma presenta la arquitectura de un "autoencoder": una red simétrica capaz de generar en una de sus capas una representación minimal de los datos a procesar. El fenómeno físico registrado es el vuelo

de un colibrí, que permite ilustrar una oscilación mecánica sin desplazamientos. El proyecto se plantea como una primera etapa, a continuarse mediante la construcción de un modelo dinámico para vuelo del ave registrada, cuya solución tenga las propiedades topológicas recreadas a partir de los datos por la red neuronal. Este enfoque replica el utilizado en otros trabajos del mismo laboratorio, por ejemplo en el caso de la reconstrucción de flujos a partir del video de oscilaciones labiales en órganos vocales aviares [1].

[1] F. Fainstein et al, Chaos Soliton Fract. 176 (2023) 114115.

293. La estimación de los exponentes característicos de la función de correlación es robusta a (aun severo) sub-muestreo

Camargo Sabrina^{1 2}, Zamponi Nahuel³, Martin Daniel A.^{1 2}, Turova Tatyana⁴, Grigera Tomás S.^{2 5 6 7}, Tang Qian-yuan⁸, Chialvo Dante R.^{1 2 8}

¹ Center for Complex Systems and Brain Sciences (CEMSC3), Escuela de Ciencia y Tecnología, UNSAM

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

³ Division of Hematology and Medical Oncology, Department of Medicine, Weill Cornell Medicine, New York, USA

⁴ Mathematical Statistics, University of Lund, Sweden

⁵ Instituto de Física de Líquidos y Sistemas Biológicos (IFLySiB), Universidad Nacional de La Plata

⁶ Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Plata

⁷ Istituto dei Sistemi Complessi, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Rome, Italy

⁸ Department of Physics, Centre for Nonlinear Studies, Hong Kong Baptist University, Hong Kong SAR, China

La invariancia de escala es una característica común en la dinámica de sistemas complejos [1], sin embargo, calcular sus exponentes característicos podría estar dificultado por un muestreo incompleto (i.e., sub-muestreo) de los datos [2,3]. En este trabajo investigamos el efecto del sub-muestreo estocástico sobre medidas de escala basadas en correlaciones [4]. Los resultados, tanto analíticos como numéricos como en datos experimentales, muestran una notable robustez: las funciones de correlación preservan los exponentes de escala esperados, incluso con una reducción de la muestra de datos de dos a tres órdenes de magnitud. Esto se verifica numéricamente en el conjunto de Cantor 2D aleatorio y en el triángulo de Sierpinski, en concordancia con predicciones analíticas exactas. Similares resultados se observan en series temporales unidimensionales (sintéticas y experimentales) y en imágenes de alta resolución de estructuras neuronales. Esta robustez se explica por un efecto trivial de “filtro pasa bajos” inherente al proceso de sub-muestreo, que sólo suprime las fluctuaciones de corto alcance mientras que preserva las estructuras de largo alcance que son cruciales para el comportamiento de escala. En conjunto, estos hallazgos son relevantes para caracterizar sistemas biológicos bajo condiciones realistas de muestreo y ofrecen una guía práctica para procesar datos limitados en sistemas que exhiben invariancia de escala.

Publicado en: S. Camargo, N. Zamponi, D. A. Martin, T. Turova, T. S. Grigera, Q. Y. Tang, D. R. Chialvo, Behavior of the scaling correlation functions under severe subsampling, Physical Review E 112 (2025) 014301.

[1] H. E. Stanley, Reviews of Modern Physics 71 (1999) S358.

[2] M. C. Kuntz and J. P. Sethna, Physical Review B 62 (2000) 11699.

[3] D. Conte and A. de Candia, iScience 28 (2025) 113049.

[4] T. S. Grigera, Journal of Physics: Complexity 2 (2021) 045016.

294. Rugosidad global como observable para la difusión confinada en canales casi-unidimensionales.

Centres P. M.^{1 2}, Manzi S. J.¹, Bustingorry S.^{4 3}

¹ INFAP-CONICET, Dpto. de Física, FCFMyN, Universidad Nacional de San Luis (UNSL)

² Dpto. Geofísica y Astronomía, FCFyN, Universidad Nacional de San Juan (UNSJ)

³ Instituto de Nanociencia y Nanotecnología (INN), (CNEA-CONICET), Nodo Bariloche

⁴ Centro Atómico Bariloche (CAB)

La difusión en geometrías confinadas puede presentar regímenes dinámicos no triviales debido a restricciones topológicas y estructurales propias del sistema. En este trabajo analizamos la difusión balística de partículas con interacción de núcleo duro en canales casi-unidimensionales, mediante simulaciones en las que se considera una mezcla de partículas de dos tamaños distintos. Para caracterizar la dinámica del sistema utilizamos tanto el desplazamiento cuadrático medio como la rugosidad global, una magnitud que permite visualizar la evolución de correlaciones en el sistema de manera clara y compacta. Observamos que las partículas pequeñas exhiben una transición desde un régimen de saturación (asociado a un comportamiento similar al balístico) hacia un crecimiento lineal de la rugosidad, típico de difusión cuasi-bidimensional. De forma destacada, identificamos un régimen de doble saturación en la rugosidad de las partículas grandes al aumentar el ancho del canal, lo que permite identificar la escala temporal de los sobrepasos. Estos resultados resaltan el valor de la rugosidad global como observable para estudiar procesos de difusión confinada con tamaños heterogéneos.

295. Modelo de fricción atómica: de contacto simple a múltiple

Ferreira F. L.^{1 2}, Furlong O. J.^{1 2}, Centres P. M.^{1 2 3}, Manzi S. J.^{1 2}

¹ Instituto de Física Aplicada (INFAP), San Luis (capital)

² Universidad Nacional de San Luis (UNSL)

³ Universidad Nacional de San Juan (UNSJ)

El avance tecnológico ha llevado a la miniaturización de dispositivos mecánicos en diversas áreas de aplicación, tanto tecnológicas como industriales, como por ejemplo los Sistemas Micro-Electro-Mecánicos (acelerómetros, giroscopios, microválvulas, etc.). Esto involucra un aumento significativo en la relación área superficial/volumen de estos sistemas, lo que deriva en un mayor impacto de los fenómenos superficiales sobre la eficiencia y funcionamiento de estos dispositivos, siendo la fricción uno de los fenómenos más relevantes. A pesar de ser un fenómeno muy estudiado, aún no están claros los mecanismos de acción a escalas pequeñas, ni el efecto de la cantidad de los puntos de contacto reales sobre el comportamiento tribológico del sistema deslizante. En este trabajo se presenta un modelo de fricción microscópico basado en uno de los modelos más simples y utilizados en el campo de la nanotribología, el modelo clásico de Prandtl-Tomlinson. El modelo permite evaluar el efecto del número de contactos reales (tamaño de la interface deslizante) y su conmensurabilidad sobre el fenómeno de fricción.

296. Correcciones de tamaño finito de la energía libre en un sistema de esferas duras

Choque Gabriel¹, Di Muro Matías², Hoyuelos Miguel²

¹Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN), Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMdP)

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

Los potenciales termodinámicos como la energía libre, en sistemas finitos, difieren en una pequeña corrección de sus valores en el límite termodinámico. Es relevante conocer esas correcciones desde un punto de vista teórico y numérico por sus posibles aplicaciones en dispositivos a escala micro o nanométrica.

En este trabajo se replica y extiende el análisis presentado en el artículo *Physical meaning of nonextensive term in Massieu functions* [3], mediante simulaciones de dinámica molecular. Las simulaciones fueron realizadas utilizando el software *Large-scale Atomic/Molecular Massively Parallel Simulator* (LAMMPS). Para modelar las interacciones entre partículas se emplea el potencial de Mie con exponentes $n = 50, m = 49$, conocido como *pseudo hard-sphere potential* [4], que permite una representación continua y computacionalmente eficiente del comportamiento de esferas duras. Los términos no extensivos corresponden a las llamadas correcciones explícitas en sistemas de tamaño finito, ver [5]. El cálculo de las fluctuaciones termodinámicas se realiza usando el enfoque de Callen [1].

Se verifican los valores de la energía libre de exceso F_{exc}/T y el término no extensivo predichos en [3], reproduciendo los resultados para sistemas pequeños ($N = 10, 15, 20$) mediante el método de integración termodinámica [2]. Los resultados muestran buen acuerdo tanto en las curvas de F_{exc}/T como en el término no extensivo.

Se construyen los gráficos correspondientes, tanto para la energía libre de exceso como para el término no extensivo, pero ahora en sistemas más grandes ($N = 30$ hasta $N = 60$), variando también la fracción de empaquetamiento. Esto permite extender el análisis de estas magnitudes y evaluar cómo convergen hacia el límite termodinámico.

[1] H. B. Callen, "Thermodynamics and an Introduction to Thermostatistics". John Wiley & Sons 2 (1980).

[2] D. Frenkel and B. Smit, Understanding molecular simulation: from algorithms to applications. Elsevier (2023).

[3] M. Hoyuelos, M. A. Di Muro and P. Giménez, Physical Review E 111 (2025) 024120.

[4] J. Jover, A. J. Haslam, A. Galindo, G. Jackson, and E. A. Müller, The Journal of Chemical Physics 137 (2012) 144505.

[5] F. L. Roman, J. A. White, A. Gonzalez and S. Velasco, "Ensemble effects in small systems". In: Theory and Simulation of Hard-Sphere Fluids and Related Systems. Springer (2008) 343.

297. Topología, movilidad y robustez en redes de transporte público de ciudades latinoamericanas

Cicchini Tomas^{1 2}, Gonzalez Marta^{3 4}, Caridi Inés^{1 5}, Ermann Leonardo^{6 5}

¹ Instituto de Cálculo (IC), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, CONICET-Universidad de Buenos Aires

² Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires

³ Department of Civil and Environmental Engineering, University of California, Berkeley, USA

⁴ Department of City and Regional Planning, University of California, Berkeley, Berkeley, USA

⁵ CONICET

⁶ Dto FT, GlyA, Comisión Nacional de Energía Atómica

El estudio sistemático de los sistemas de transporte público es esencial para abordar los retos a los que se enfrentan las grandes ciudades en la actualidad. El análisis de estos sistemas mediante redes complejas permite centrarse en aspectos claves como la robustez, la detección de nodos centrales, etc. Dada la naturaleza de los sistemas de transporte, se pueden construir varios tipos de redes [1], por ejemplo: el espacio L' , donde los nodos representan paradas y los arcos

conectan paradas consecutivas a lo largo de las rutas; y el espacio C , donde los nodos representan rutas y los arcos conectan rutas que comparten paradas. Esta doble representación permite estudiar la robustez mediante un enfoque combinado [2]: identificando los nodos centrales en el espacio C (rutas con alta centralidad) y eliminando los enlaces correspondientes en el espacio L' para analizar los efectos topológicos, en particular el tamaño del componente gigante, S_1 , y la longitud media del camino más corto, $aspl$. Este marco puede simular escenarios como la interrupción de una ruta debido a la quiebra del operador, huelgas o decisiones de política pública. Para evaluar cómo afectan estas interrupciones a la movilidad urbana, se pueden utilizar matrices de origen-destino para evaluar la fracción de viajes factibles, StD , y su ineficiencia $IneStD$. Curiosamente, este análisis comparativo de la topología y la movilidad muestra que StD se comporta de manera similar a S_1 . Del mismo modo, $IneStD$ sigue una tendencia análoga a la de $aspl$. Esta relación entre la estructura y la movilidad podría ser relevante para la planificación urbana basada en datos.

Aplicamos este marco a estudios de caso de tres ciudades latinoamericanas: Buenos Aires, Ciudad de México y Río de Janeiro.

[1] M. Barthélemy, *Physics Reports* 499 (2011) 1.

[2] T. Cicchini, I. Caridi and L. Ermann, *Chaos, Solitons & Fractals* 184 (2024) 115019.

298. Propagación de información sobre vacunas en Twitter y el rol de los influyentes

Russo Bruno¹, Cicchini Tomas¹, Caridi Inés^{1 2}

¹ *Instituto de Cálculo (IC), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, CONICET-Universidad de Buenos Aires*

² *CONICET*

Durante la pandemia de COVID-19, Twitter se convirtió en un canal clave para la circulación tanto de información como de desinformación. En este estudio analizamos más de 57 millones de tuits publicados entre diciembre de 2020 y abril de 2021, con foco en términos vinculados a la vacunación.

Como aproximación preliminar, aplicamos el modelo SEIZ para analizar la propagación de rumores en ciertos eventos, centrándonos en tres tendencias de información como casos de estudio (sputnikv, astrazeneca y Vacunatorio VIP). Este modelo extiende los modelos epidemiológicos clásicos (SI/SEIR), incorporando un compartimento adicional de “escépticos”, que representa a individuos expuestos a la información pero que eligen no propagarla. Fue propuesto originalmente por Bettencourt et al. [1] y luego adaptado por Maleki et al. [2,3] para describir dinámicas de propagación en redes sociales.

Observamos que el modelo reproduce con buen ajuste la curva acumulada de usuarios que interactúan con la información, ya sea mediante publicaciones, retuits, citas o respuestas, lo que sugiere su potencial para describir fenómenos virales. Además, construimos la red de retuits para uno de los casos de estudio y analizamos métricas de centralidad. De las cuatro interacciones con las que armamos el dataset, para armar la red asociada a una tendencia, nos quedamos con aquellos usuarios que retuitearon o fueron retuiteados al menos una vez. Detectamos que la tasa de crecimiento de los usuarios “infectados” (aquellos que interactuaron con la información de todas las formas mencionadas anteriormente) se acelera cuando ciertos nodos con alto valor de betweenness comenzaban a participar en la difusión. Este efecto fue especialmente evidente en tres de los usuarios más centrales de la red, lo que pone de manifiesto el papel clave de la heterogeneidad estructural y la posición de los actores en la dinámica de la propagación de la tendencia.

Combinamos esta aproximación cuantitativa con información contextual para detectar y caracterizar patrones específicos de desinformación buscando comprender cómo se difunde la desinformación mediante modelos epidemiológicos y análisis de redes sociales, como paso clave hacia su mitigación.

[1] L. M. A. Bettencourt, A. Cintrón-Arias, D. I. Kaiser and C. Castillo-Chávez, *Physica A* 364 (2006) 513.

[2] H. Maleki, M. Levene and T. Morzy, *IEEE/ACM ASONAM* (2013) 536.

[3] J. Sampson and J. Shi, *International Journal of Environmental Research and Public Health* 18 (2021) 7769.

299. Comparación de señales cardíacas mediante medidas wavelet y distancia de Wasserstein

Clemente Gisela Vanesa^{1 2 3}, Llamedo Soria Mariano³, Andrini Leandro^{1 2}, Massey Pedro^{1 2}

¹ CMaLP (Centro de matemática de La Plata), La Plata

² CONICET, La Plata

³ Departamento de Ingeniería Electrónica, Universidad Tecnológica Nacional Buenos Aires

En este trabajo se presenta un método alternativo para comparar señales electrocardiográficas (ECG) basado en la distancia de Wasserstein [1,2], aplicada a medidas de probabilidad derivadas de representaciones wavelet. A diferencia de enfoques centrados exclusivamente en la energía relativa por escala o en medidas de entropía, aquí se propone una construcción probabilística que captura información conjunta en tiempo y frecuencia, aprovechando la descomposición multirresolutiva inherente a las wavelets.

Considerando una señal $s(t) \in L^2(R)$, como un complejo QRS aislado del ECG [3], y un sistema wavelet ortonormal $\{\psi_{j,k}\}$, se define una medida de probabilidad μ_s mediante la siguiente densidad:

$$\rho_s(t) = \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K |c_{j,k}|^2 \frac{\chi_{j,k}(t)}{|I_{j,k}|},$$

donde $c_{j,k} = \langle s, \psi_{j,k} \rangle$, $\chi_{j,k}$ indica el soporte $I_{j,k}$ de $\psi_{j,k}$, y $|I_{j,k}|$ es su medida de Lebesgue. Esta construcción define una medida absolutamente continua con respecto a la medida de Lebesgue.

A partir de estas medidas, se evalúa la disimilitud entre una señal real y una referencia uniforme utilizando la distancia de Wasserstein de orden p :

$$W_p(\mu_s, \mu_u) = \left(\int_0^1 |F_{\mu_s}^{-1}(\alpha) - F_{\mu_u}^{-1}(\alpha)|^p d\alpha \right)^{1/p},$$

donde F_{μ}^{-1} representa la función cuantil generalizada de la medida μ .

Este enfoque permite explorar la geometría de las distribuciones inducidas por las señales, incorporando conceptos del transporte óptimo como herramienta analítica [4]. Se aplica esta metodología a señales de ECG provenientes de bases públicas (PTB, PTB-XL, Code15, Samitrop), analizando la capacidad de $W_p(\mu_s, \mu_u)$ para discriminar entre grupos: individuos sanos, pacientes post-infarto y casos de cardiomiopatía chagásica. Asimismo, se comparan los resultados con métricas tradicionales como la entropía de Shannon normalizada y la complejidad estadística [5].

Por último, se discute cómo la elección de la wavelet madre afecta la representación de las señales, evaluando la coherencia de los coeficientes mediante medidas $C_1(\psi)$ y $C_{\infty}(\psi)$, lo cual puede guiar la selección de bases más robustas ante la variabilidad fisiológica interindividual.

[1] M. Sommerfeld and A. Munk, arXiv preprint, arXiv:1610.03287v2 [stat.ME], 2017.

[2] J. Wiesel, arXiv preprint, arXiv:2102.00356 [stat.ME], 2021.

[3] L. Sörnmo and P. Laguna, *Bioelectrical Signal Processing in Cardiac and Neurological Applications*,

Elsevier Academic Press, 2005.

[4] V. M. Panaretos and Y. Zemel, Annual Review of Statistics and Its Application 6 (2019) 405.

[5] E. R. Valverde, G. V. Clemente, P. D. Arini and V. Vampa, Biomedical Signal Processing and Control 69 (2021) 102846.

300. Simulación de la oferta estacional de mezcla de flores entomófilas mediante estudios Monte Carlo.

Dirazar Tomás^{1 2 3}, Bergero Paula E.^{2 3 4}, Saracco Gustavo P.^{2 3 4}, Poggio Santiago L.^{5 6}

¹ Instituto de Investigaciones Fisicoquímicas Teóricas y Aplicadas (INIFTA), Ciudad de La Plata

² Universidad Nacional de La Plata (UNLP)

³ Facultad de Ciencias Exactas (FCE), UNLP

⁴ Instituto de Investigaciones Fisicoquímicas Teóricas y Aplicadas (INIFTA), Ciudad de La Plata, CONICET

⁵ Cátedra de Producción Vegetal, Departamento de Producción Vegetal, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires (UBA)

⁶ Instituto de Investigaciones Fisiológicas y Ecológicas Vinculadas a la Agricultura (IFEVA), CONICET

La oferta de recursos florales en los paisajes rurales es clave para sostener las poblaciones de artrópodos que desempeñan funciones ecológicas para la agricultura, tales como la polinización [1]. En este marco, en un trabajo interdisciplinario con investigadores expertos en ecología agrícola, se buscó representar las variaciones estacionales en la oferta floral de distintas mezclas de especies seleccionadas para ser establecidas en los espacios sin cultivar optimizando la proporción inicial de siembra para obtener una oferta homogénea.

Aquí presentamos resultados del modelado de la oferta estacional de flores de una mezcla de cuatro especies de plantas usualmente cultivadas como forrajeras en la región pampeana: trébol blanco (*Trifolium repens*), trébol rojo (*Trifolium pratense*), trébol de olor amarillo (*Melilotus officinalis*) y achicoria (*Cichorium intybus*). La dinámica de las cuatro especies se modeló mediante simulaciones computacionales del tipo Monte Carlo. El modelo se basa en un autómata celular [2] que simula la siembra, floración en la estación cálida y su posterior propagación mediante la dispersión de semillas. La parametrización del modelo se basó en datos bibliográficos de las principales variables demográficas en el ciclo de vida de cada especie (i.e. germinación, mortalidad/supervivencia, números de flores y semillas por planta), planteando distintos escenarios que tienen en cuenta la variabilidad de los mismos.

Se buscó garantizar y optimizar la persistencia y la oferta estacional de flores de cada especie en un período de 2-3 años. La simulación comienza con la siembra al final del verano del primer año. Una vez establecidas, las especies tienen un primer período vegetativo (sin flores) que coincide con la estación fría. Al final de dicha estación, comienza el período de floración, el que finaliza con la muerte de la planta individual y la dispersión de semillas, dejando semillas en el sitio que ocupó cada individuo y sus 8 vecinos más cercanos durante el período de floración. La propagación de las especies en cada sitio se establece de modo probabilístico. Además, para mantener en el largo plazo la presencia de las especies que tienden a extinguirse localmente, se simula la resiembra aleatoria. La cantidad de semillas en la resiembra está basada en el número de flores producidas en la estación anterior y es decidido de acuerdo al valor umbral mínimo de referencia de cada especie. En esta comunicación presentamos los resultados de mezcla óptima en tres escenarios de propagación y dos escenarios de resiembra (manual y automática).

[1] M. C. Telesnicki, M. Bongianino, A. G. Pignataro, M. Gómez, L. Landi, J. Adjigogovic and S. L. Poggio, XXX Reunión Argentina de Ecología, Bariloche, Argentina (2023) 820.

[2] S. Wolfram, Rev. Mod. Phys. 55 (1983) 601.

301. Grupos de Renormalización Laplacianos en redes complejas

Dorado Otero Diego Isaac¹

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

Este trabajo se enmarca en el esfuerzo por extender la teoría de Grupos de Renormalización (GR), tradicionalmente aplicada a sistemas físicos en espacios euclídeos, al contexto más general y topológicamente irregular de las redes complejas. En particular, se estudia la formulación propuesta por Villegas et al., conocida como Grupo de Renormalización Laplaciano (GRL), que utiliza la dinámica de difusión gobernada por el operador Laplaciano de la red como criterio para realizar transformaciones de escala. Esta metodología permite identificar modos lentos y rápidos del sistema, definiendo así bloques coherentes en el espacio real y versiones decimadas del Laplaciano en el espacio de momentos.

El trabajo reproduce los principales resultados teóricos y numéricos de la propuesta original, aplicando el GRL a diferentes tipos de redes (Barabási-Albert, Erdos-Rényi, grillas y un interactoma), y analiza la evolución de propiedades estructurales y termodinámicas como el calor específico, evidenciando la presencia o ausencia de invariancia de escala. Los resultados confirman la efectividad del GRL para construir descripciones multiescala en redes complejas. Finalmente, se proponen líneas de investigación futuras, incluyendo el análisis de escala a tamaño finito en redes generadas por GRL y la exploración de esquemas de renormalización que preserven la topología original mediante continuaciones analíticas de los generadores de las teorías de campo.

302. Modificaciones al modelo de Sznajd: tolerancia, desinformación, terquedad y hartazgo en dinámica de opinión

Fernández Avello Juan Pablo¹, Revelli Jorge Alberto^{1 2}, Briozzo Carlos Bruno^{1 2}

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

² *Instituto de Física Enrique Gaviola (IFEG), Córdoba Capital*

En este trabajo se investiga la dinámica de opinión en el modelo unidimensional de Sznajd, reproduciendo primero sus resultados fundamentales y examinando luego diversas modificaciones que permiten captar fenómenos sociales más realistas. Se considera la introducción de una tolerancia al disenso que suaviza la regla original de “disenso genera disenso”, mostrando que incluso una ligera tolerancia suprime la aparición de estados estacionarios alternados. También se incorpora un parámetro de ruido que representa la incertidumbre o desinformación en la toma de decisiones, permitiendo explorar la estabilidad de los estados de consenso frente a perturbaciones estocásticas. Por otro lado, se analiza el impacto de agentes tercios, cuya opinión permanece fija durante toda la evolución, observando que su presencia puede sesgar significativamente la dinámica colectiva, incluso cuando están en clara minoría. Finalmente, se propone la inclusión del hartazgo como nuevo mecanismo para regular el cambio de opinión, abriendo una vía para estudios posteriores. En conjunto, estas extensiones ofrecen un marco más flexible y rico para comprender procesos de formación de consenso en sistemas sociales simples.

303. Procesos de reacción y difusión: un modelo para enantioseparación

Ferreira Fernando Luis¹, Gómez María Roxana², Centres Paulo Marcelo^{1 3}, Manzi Sergio Javier^{1 3}

¹ *Departamento de Física, Universidad Nacional de San Luis (UNSL)*

² *Departamento de Farmacia, Instituto de Química de San Luis, Universidad Nacional de San*

Luis (UNSL), CONICET

³ Instituto de Física Aplicada (INFAP), San Luis (capital), CONICET

En este trabajo se analizó la separación de enantiómeros, en particular, en el experimento de electroforesis capilar. En busca de armar modelos que expliquen los resultados obtenidos en el experimento y funcionen de manera descriptiva para encontrar los mejores parámetros para poder separar los enantiómeros. En este trabajo se hizo uso de la notación R y S, dada según las reglas de Cahn-Ingold-Prelog. Aproximadamente la mitad de los fármacos que se utilizan en la actualidad en el tratamiento de enfermedades tienen un centro quiral y, en la mayoría de los casos, la actividad farmacológica deseada está restringida a uno de los enantiómeros. El isómero restante puede ser inactivo o producir una respuesta terapéutica diferente o incluso adversa. Por este caso de entre otros, y la importancia en la farmacología, se analizó la separación de enantiómeros, en particular con el experimento de electroforesis capilar. Se analizó primero la base teórica ya propuesta en bibliografía, a partir de la cual se llega a las ecuaciones de movilidad de la distribución de enantiómeros. Estas soluciones no permiten encontrar los electroferogramas obtenidos en los experimentos, por lo tanto, se optó por realizar una metodología de análisis, con herramientas de la mecánica estadística, que permita modelar este experimento de separación. Para ello se modeló al capilar como un sistema unidimensional donde se permite la multiplicidad en la ocupación de sitios, proponiendo parámetros de avance para el movimiento de los enantiómeros por los sitios de la red, y manteniendo las reacciones propuestas desde la base teórica que describen al sistema de enantiómeros en reacción con el selector quiral. De esta forma se consiguieron ecuaciones diferenciales que permiten obtener la evolución temporal de la cantidad de moléculas que se encuentran en cada sitio por unidad de tiempo, desde las cuales se obtienen los electroferogramas de lo que se vería en los experimentos. Estas ecuaciones se resolvieron mediante dos métodos analíticos y dos métodos computacionales, siendo los analíticos, una aproximación mediante serie de Taylor, y una resolución mediante la proposición de funciones generatriz; los métodos computacionales fueron integración numérica y simulación de Monte Carlo. Con esto se pudo obtener el coeficiente de movilidad, para nuestros modelos (para un selector quiral y dos selectores quirales) y a su vez se pudo expresar el coeficiente de difusión, del movimiento de la distribución enantiomérica, para cada modelo. El cual es un indicativo de que tanto se dispersan los electroferogramas con el tiempo, siendo una función que relaciona la desviación estándar de los electroferogramas y el tiempo. Se vio que el coeficiente de movilidad obtenido concuerda con los modelos ya planteados en la base teórica, permitiendo incluso, aproximar datos experimentales con el modelo de un solo selector quiral. Además, el análisis de los electroferogramas obtenidos mostró que el coeficiente de difusión aporta una pieza clave al estudio de la enantioseparación. En particular, este coeficiente resulta fundamental al momento de determinar la concentración óptima del selector quiral para llevar a cabo el experimento de separación, especialmente cuando se lo considera en conjunto con el coeficiente de movilidad.

304. Inferencia heurística del estado de un sistema complejo

Gabaldon Christopher¹, Martin Daniel A.^{3 2}, Camargo Sabrina^{3 2}, Chialvo Dante R.^{4 3 2}

¹ Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN)

² Instituto de Ciencias Físicas (ICIFI), Centro de Estudios Multidisciplinarios en Sistemas Complejos y Ciencias del Cerebro (CEMSC3)

³ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

⁴ Hong Kong Baptist University, Hong Kong, SAR, China

Desde la teoría de fenómenos críticos es sabido que el punto de mayor variabilidad (y

máxima susceptibilidad) identifica el punto crítico del sistema [1]. Al mismo tiempo, en teoría de grafos se reconoce que el punto de percolación se puede identificar por la divergencia en el diámetro de la red construida a partir de la matriz de correlación [2]. En este trabajo unimos estas dos nociones con el objetivo de identificar el estado dinámico del sistema, conjeturando que el punto de percolación de la matriz de correlación del sistema refleja la distancia relativa al punto crítico.

Evaluamos esta hipótesis en tres sistemas sintéticos con dinámicas distintas: un modelo de percolación de enlaces, el modelo de Ising y un autómata celular simple que modela el comportamiento de un conjunto de neuronas excitables [3]. Los resultados obtenidos fueron reproducidos en datos de fMRI en humanos.

En todos los casos se observó que el punto crítico estimado a través de las redes funcionales correlaciona linealmente con el inferido mediante otros indicadores, tales como medidas de autocorrelación temporal [4].

Estos resultados son relevantes para la identificación del estado dinámico en el cerebro de sujetos a partir de señales de neuroimágenes funcionales, tanto en salud (sueño, coma, etc.) como en enfermedad (Alzheimer, Parkinson, etc.).

[1] P. Bak, *How Nature Works: The Science of Self-Organized Criticality*. Springer-Verlag (1996).

[2] V. M. Eguiluz, D. R. Chialvo, G. A. Cecchi, M. Baliki and A. V. Apkarian, *Physical Review Letters* 94 (2005) 018102.

[3] A. Haimovici, E. Tagliazucchi, P. Balenzuela and D. R. Chialvo, *Physical Review Letters*, 110 (2013).

[4] D. R. Chialvo, S. A. Cannas, T. S. Grigera et al, *Sci. Rep.* 10 (2020) 12145.

305. Ajuste de tamaño finito de la actividad cortical en el cerebro de primates

García Facundo¹, Martín Daniel A.^{2 3}, Camargo Sabrina^{2 3}, Chialvo Dante R.^{2 3 4}

¹ *Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, Universidad Nacional de Rosario (UNR)*

² *Centro de Estudios Multidisciplinarios en Sistemas Complejos y Ciencias del Cerebro (CEMSC3), Instituto de Ciencias Físicas (ICIFI), Universidad Nacional de Gral. San Martín (UNSAM)*

³ *Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)*

⁴ *Hong Kong Baptist University, Hong Kong, SAR, China*

El estudio de correlaciones de largo alcance de la actividad cortical cerebral permite describir la dinámica cerebral en salud y su alteración bajo distintas patologías. Si bien existen trabajos previos donde se analizan dichas correlaciones [1], los registros en animales conscientes, sobre un área de gran tamaño, y con una alta densidad de electrodos no son abundantes.

En el presente trabajo analizamos el escaneo de distintas características de la actividad [2] con el tamaño de la ventana de observación en el cerebro de macacos, registrada mediante 1024 electrodos implantados en la corteza visual primaria de dichos animales [3].

El análisis muestra dinámica libre de escala a diferentes resoluciones y para distintos observables, incluyendo la distribución de tamaños y duraciones de las avalanchas de actividad neuronal. Las distribuciones de avalanchas obtenidas pueden ser colapsadas en una única curva, cuando son re-escaladas por el tamaño de la ventana de observación, demostrando así invarianza de escala. Estos resultados son compatibles con los resultados esperados para un sistema cercano a punto crítico de una transición continua, predichos por la teoría del cerebro crítico [4].

[1] J. Beggs and D. Plenz, *J. Neurosci.* 23 (2003) 11167.

[2] D. A. Martín, T. L. Ribeiro, S. A. Cannas, T. S. Grigera, D. Plenz, D. R. Chialvo, *Sci. Rep.* 11 (2021) 15937.

[3] X. Chen, A. Morales-Gregorio et al, Sci. data 9 (2022) 77.

[4] D. R. Chialvo, Nat. Phys. 6 (2010) 744.

306. Transición de percolación en redes de resistores no lineales: estudio experimental y simulaciones SPICE

García Ferraro Alina¹, Ríos Juan Manuel¹, Fernández Bonifacio¹, Rolhaiser Franco¹, López Facundo¹, González Olarte C.¹, Orrego Rocio¹, Vallejos Julian¹, Levy Pablo², Ramos Alba^{1 3}, Fernández Alcázar Lucas^{1 3}

¹ Universidad Nacional del Nordeste (UNNE), Corrientes (capital)

² Grupo Dispositivos y Sensores, Gerencia de Física, GAIDI, CAB-CNEA

³ Instituto de Modelado e Innovación Tecnológica (IMIT), Corrientes (capital)

Presentamos un estudio experimental y computacional de redes electrónicas compuestas por enlaces no lineales, cada uno conformado por un diodo en serie con una resistencia R . Cada nodo de la red puede acoplarse, con probabilidad Δ , mediante enlaces a cada uno de los demás nodos de la red [1]. Empleamos simulaciones en SPICE y medidas de laboratorio para analizar el comportamiento colectivo de estas redes. Exploramos la transición a la percolación al variar la probabilidad de acoplamiento Δ [2]. Estimulando con voltajes por debajo del umbral del diodo, la red se comporta como un aislante, mientras que al superar ese umbral se activa la conducción. Estudiamos las curvas características corriente-voltaje (I - V) de la red y encontramos que, en el régimen de voltajes altos, la conductancia efectiva crece cuadráticamente con el parámetro Δ . Estos resultados abren nuevas posibilidades para comprender fenómenos de transporte en sistemas no lineales desordenados y su implementación para emular redes con funcionalidades neuromórficas.

[1] A. Gilabert, S. Roux and E. Guyon, J. Physique 48 (1987) 1609.

[2] F. Di Francesco, G. A. Sanca and C. P. Quinteros, Appl. Phys. Lett. 119 (2021) 193502.

307. Simulación computacional de la deformación de una nanogota de agua sometida a un campo eléctrico

Giannini Aldecoa Candela¹, Derdoy Lucas¹, De Lorenzi Tomás¹, Alés Alejandro¹

¹ Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMDP)

Se estudió, utilizando dinámica molecular, el comportamiento de una nanogota de agua ubicada entre dos placas de silicio, inicialmente en contacto con una de ellas, y sometida a un campo eléctrico uniforme perpendicular; tomando como referencia el trabajo “Deformation hysteresis of a water nano-droplet in an electric field” [1]. Para un dado valor de campo eléctrico, la nanogota forma un puente entre las dos placas de silicio y se observó un fenómeno de histéresis, con valores cualitativamente similares a los reportados. Además, hemos añadido al estudio la caracterización de polarización y anisotropía en la tensión superficial dependiendo tanto del campo como de la morfología de la nanogota.

[1] F. Song, D. Ju, J. Fan et al, Eur. Phys. J. E 42 (2019) 120.

[2] F. Song, L. Ma, J. Fan et al, MDPI Nanomaterials 8 (2018) 340.

308. Identificación de biomarcadores topológicos preictales en epilepsia canina: un enfoque basado en patrones ordinales y mapas autoorganizados

Granado Mauro^{3 1 2}, Martínez Nataniel^{3 4}, Miceli Federico^{3 1 2}, Montani Fernando^{3 1 2}

¹ Instituto de Física de La Plata (IFLP)

² *Facultad de Ciencias Exactas (FCE), Universidad Nacional de La Plata (UNLP)*

³ *Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)*

⁴ *Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMDP)*

En este trabajo se investiga la identificación de marcadores biométricos preictales en la epilepsia canina mediante el análisis multiescala de registros de EEG intracraneales. Para ello, se combina la metodología de Bandt-Pompe para la cuantificación de la entropía y la complejidad (plano $H \times C$) con la extracción de características topológicas a través de "Mapas Autoorganizados" (SOM) y la "Aproximación Uniforme de Múltiples Dimensiones" (UMAP). Si bien el análisis inicial de entropía-complejidad reveló dinámicas neuronales específicas de cada sujeto, no logró diferenciar de manera efectiva los estados epilépticos. Sin embargo, nuestra estrategia SOM-UMAP descubrió marcadores biométricos preictales distintivos a través de la reorganización de la red a escala mesoscópica con parámetros óptimos para el radio de vecindad (σ) y la tasa de aprendizaje (η) de los SOM.

309. Desentrañando la enfermedad de Alzheimer: perspectivas desde la dinámica neuronal

Miceli Federico^{1 2 3}, Granado Mauro^{1 2 3}, Montani Fernando^{1 2 3}

¹ *Instituto de Física de La Plata (IFLP)*

² *Facultad de Ciencias Exactas (FCE), UNLP*

³ *Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)*

La enfermedad de Alzheimer (EA), un trastorno neurodegenerativo, provoca un deterioro gradual del rendimiento cognitivo. Dado que actualmente no existe un tratamiento curativo para la EA, es imperativo profundizar en la comprensión de sus mecanismos mediante investigación científica. La degeneración se observa frecuentemente en varias regiones cerebrales, incluyendo áreas de asociación, regiones del sistema límbico vinculadas a la memoria y la emoción, y circuitos de memoria propiamente dichos. En esta enfermedad, se produce una acumulación progresiva de patología en el sistema nervioso central, siguiendo generalmente un patrón espaciotemporal definido.

Utilizando herramientas de teoría de la información, caracterizamos la evolución de la complejidad y la entropía de Shannon en distintos estadios de la enfermedad de Alzheimer en ratones a lo largo del tiempo, comparándolos con la dinámica de tejidos sanos. Nuestra metodología revela diferencias en la dinámica neuronal en los ámbitos espacial y temporal conforme avanzan los meses, lo que nos permite postular posibles biomarcadores de la enfermedad de Alzheimer.

310. Del mallín al modelo: física, ecología y tucuras en la Patagonia

Suárez Daniela Lioren^{1 2 3}, Serrano Laura Soledad^{3 4}, Guisoni Nara^{5 6 3}, Fernández Arhex Valeria^{3 4}, Laguna Fabiana^{1 3}

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

² *Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas (FCE), Universidad Nacional de La Plata (UNLP)*

³ *Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)*

⁴ *Instituto de Investigaciones Forestales y Agropecuarias Bariloche, INTA*

⁵ *Centro Regional de Estudios Genómicos (CREG-CENEXA), Facultad de Ciencias Exactas y Facultad de Ciencias Médicas, Universidad Nacional de La Plata (UNLP)*

⁶ *Instituto de Tecnología (INTEC), Universidad Argentina de la Empresa (UADE)*

La Patagonia, en el sur de Argentina, presenta condiciones ambientales y socioproductivas únicas y complejas. En la estepa, los humedales, conocidos regionalmente como mallines, constituyen ecosistemas clave por sus funciones ecológicas y su importancia para la producción ganadera. Entre los organismos que habitan estos ambientes, los insectos herbívoros pueden, en determinadas circunstancias, experimentar brotes poblacionales que afectan la disponibilidad de recursos alimenticios para otros animales y provocan pérdidas económicas significativas. Como primer paso para abordar esta dinámica, un estudio interdisciplinario previo se centró en dos especies predominantes de saltamontes nativos, comúnmente conocidos como tucuras. *Dichroplus elongatus*, generalmente considerada una plaga, y *D. vittigerum* habitan los mallines patagónicos y se alimentan principalmente de pastos y plantas herbáceas. A través de experimentos de campo y laboratorio, se cuantificó la cobertura vegetal, las preferencias alimentarias de estos insectos y sus tasas de consumo. Con base en esos datos, se desarrolló un modelo estocástico basado en individuos, espacialmente explícito, que mostró que el impacto potencial de los brotes depende de manera crítica tanto de la densidad de insectos como de la biomasa vegetal disponible, lo que permitió establecer umbrales de plaga en diversos escenarios realistas [1]. Basándonos en ese trabajo previo, propusimos un modelo más complejo para un mallín patagónico diferente, ubicado en la provincia de Neuquén, donde las especies involucradas y la dinámica ecológica difieren. En este caso, consideramos una sola especie de tucura (*Dichroplus maculipennis*) y tres recursos vegetales. Analizamos el comportamiento migratorio de los insectos en búsqueda de alimento, así como la competencia con el ganado y la depredación por aves, incorporando así nuevas interacciones ecológicas. Este trabajo en curso busca comprender mejor la complejidad de las interacciones entre insectos, plantas y animales en estos ecosistemas, y avanzar hacia una descripción más realista de la dinámica de los brotes.

[1] L. S. Serrano, A. L. Pietrantuono, M. F. Laguna, M. Weigandt, M. E. Amadio and V. Fernández-Arhex, Scientific Reports 15 (2025) 682.

311. Detección de comunidades en redes

Neukrantz Schnake Luisa^{2 1}, Grynberg Sebastian P.¹, Ippolito Irene P.³

¹ Dto. de Matemática, Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires

² Dto. de Física, Fac. de Cs. Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires

³ Grupo de Medios Porosos, Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires

Las redes complejas presentan una organización modular que puede reflejar funciones internas del sistema. En este trabajo analizamos dos enfoques para la detección de comunidades: uno global, basado en la optimización de funciones de calidad como la modularidad [1] y los modelos de Potts [2-7] y otro local, centrado en la función de *fitness* propuesta por Lancichinetti, Fortunato y Kertész [8].

Se propone una formalización unificada del enfoque global mediante un Hamiltoniano de Potts definido sobre el espacio de particiones, lo que permite derivar condiciones generales de mínimo local asociadas a la existencia de comunidades. Asimismo, se analiza el fenómeno del límite de resolución inherente a este enfoque y se interpreta el rol y las implicancias del parámetro de resolución introducido en las funciones de calidad.

Ambos enfoques se aplican a redes de distinta escala y con diferente grado de conocimiento a priori de su estructura (delfines y Facebook), comparando resultados y discutiendo sus ventajas y limitaciones. Este análisis contribuye a una comprensión más profunda de las herramientas actuales y destaca la importancia de combinar perspectivas globales y locales para abordar la complejidad estructural de las redes reales.

[1] M. Newman and M. Girvan, Phys. Rev. E 69 (2004) 026113.

- [2] V. Traag, Algorithms and Dynamical Models for Communities and Reputation in Social Networks. Springer (2014).
- [3] J. Reichardt and S. Bornholdt, Phys. Rev. E 74 (2006) 016110.
- [4] V. A. Traag, P. Van Dooren and Y. Nesterov, Phys. Rev. E 84 (2011) 016114.
- [5] P. Ronhovde and Z. Nussinov, Phys. Rev. E 81 (2010) 046114.
- [6] U. Raghavan, R. Albert and S. Kumara, Phys. Rev. E 76 (2007) 036106.
- [7] A. Arenas, A. Fernandez and S. Gómez, New J. Phys. 10 (2008) 053039.
- [8] A. Lancichinetti, S. Fortunato and J. Kertész. New J. Phys. 11 (2009) 033015.

312. Propagación epidémica en redes aleatorias con un número fijo de vecinos: el rol dual de las correlaciones

Jauregui Capelli Enzo¹, Fabricius Gabriel¹

¹ *Instituto de Investigaciones Fisicoquímicas Teóricas y Aplicadas (INIFTA)*

En este trabajo analizamos la propagación epidémica en redes aleatorias en las cuales todos los nodos tienen el mismo grado k . Realizamos simulaciones con un modelo SIR estocástico considerando redes de distintos k , distintas tasas de transmisión a través de las conexiones de la red y distintas distribuciones de tiempos de recuperación. Encontramos que al disminuir k la tasa de reproducción efectiva de la epidemia cae bruscamente debido a las correlaciones que se establecen entre los individuos infectados, como ya ha sido señalado por varios autores. Sin embargo, un análisis cuidadoso de los resultados demuestra que estas correlaciones que se establecen entre los infectados devienen en un agrupamiento de los individuos recuperados que terminan facilitando el acceso a individuos susceptibles cuando los mismos comienzan a escasear con el avance de la epidemia. Este fenómeno da lugar a que el número total de individuos alcanzados por la epidemia, $R(\infty)$, sea mayor de lo esperado. Cuando k es bajo, $R(\infty)$ termina siendo mayor del que uno hubiera predicho con la aproximación de mezcla homogénea para la misma tasa de reproducción efectiva. Finalmente discutimos las consecuencias epidemiológicas de estos resultados.

313. Física no extensiva en el entorno solar-terrestre: ¿cómo se relaciona el a-triplete con la actividad solar y geomagnética?

Juárez M.¹, Juárez A.¹, Abaca F.^{1 2}, Zamora J.^{1 2}

¹ *Faculta de Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucuman (UNT)*

² *Laboratorio de Ionosfera, Atmósfera Neutra y Magnetosfera, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, UNT*

En este trabajo se estudia la posible relación entre indicadores derivados de la Mecánica Estadística No Extensiva (qME) y la actividad solar y geomagnética. Para ello se analizaron datos satelitales del viento solar durante el período 1980–2024, específicamente, densidad de protones, campo magnético interplanetario (IMF) y temperatura, a partir de los cuales se calcularon los índices del q-triplete: qstat, qrel y qsens, que caracterizan respectivamente la distribución de probabilidad, la relajación y la sensibilidad a condiciones iniciales de un sistema fuera del equilibrio [1].

A partir de estos valores, se derivaron las magnitudes auxiliares del a-triplete: astat, arel, asens, y el índice compuesto atotal=astat+arel-asens. Estas magnitudes constituyen una linealización del q-triplete. Estas cantidades fueron comparadas con series anuales de índices clásicos de actividad solar y geomagnética (Dst, ap, Kp y F10.7), obtenidas del repositorio OMNI/NASA [2]. Se exploraron posibles correlaciones mediante análisis de regresión lineal.

El objetivo es investigar el carácter no lineal y multifractal del sistema solar-terrestre. Este trabajo,

realizado por estudiantes de grado en el marco de actividades de iniciación a la investigación, permitió vincular conceptos avanzados de sistemas complejos con datos reales del entorno espacial terrestre, aportando evidencia empírica en favor del uso del formalismo no extensivo en el estudio del Clima Espacial, como fue propuesto por otros autores [3,4].

[1] D. J. Zamora, F. Abaca, B. Zossi and A. G. Elias, *Astronomy and Astrophysics* (2025), in press, arXiv:2504.11265.

[2] <https://omniweb.gsfc.nasa.gov>

[3] L. F. Burlaga, A. F. Viñas, *Physica A* 356 (2005) 375.

[4] G. Pavlos, L. Karakatsanis, M. Xenakis et al, *Physica A* 395 (2014) 58.

314. Estudio de correlaciones entre indicadores no extensivos y su relación con la actividad solar y geomagnética

Juarez Agustina Rosario¹, Abaca Facundo Máximo^{1 2}, Di Primio Octavio César¹, Diosquez Adad Máximo Aníbal¹, Zamora Darío Javier^{1 2}

¹ *Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología (FACET), San Miguel De Tucuman (capital)*

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

En este trabajo, se analizaron datos satelitales de viento solar en el período 1980–2024, calculando los tres índices fundamentales de la qME conocidos como el q-triplete: q_{stat} , q_{rel} y q_{sens} , que caracterizan propiedades estadísticas dinámicas del sistema [1]. Estos índices fueron obtenidos de analizar datos de densidad de protones, temperatura, intensidad de campo magnético, y de la componente de campo Bz. Posteriormente, se descargaron índices clásicos de actividad solar y geomagnética (Dst, ap, Kp y F10.7) desde la base de datos OMNI/NASA [2], con resolución anual. Se graficaron y compararon las series de tiempo de estos indicadores con los índices derivados del q-triplete, y analizaron correlaciones mediante ajustes lineales y evaluación del coeficiente de correlación. El trabajo permite vincular conceptos teóricos de sistemas complejos con datos reales del entorno espacial terrestre. El objetivo es determinar si los indicadores derivados de la qME, generalmente obtenidos por datos satelitales [3,4], presentan correlaciones significativas con la actividad solar y geomagnética, abriendo la posibilidad de explorar modelos predictivos alternativos en el marco del Clima Espacial.

[1] D. J. Zamora, F. Abaca, B. Zossi and A. G. Elias, *Astronomy and Astrophysics* (2025), in press, arXiv:2504.11265.

[2] <https://omniweb.gsfc.nasa.gov>

[3] L. F. Burlaga and A. F. Viñas, *Physica A* 356 (2005) 375.

[4] G. Pavlos, L. Karakatsanis, M. Xenakis et al, *Physica A*, 395 (2014) 58.

315. Transiciones de fase en la desigualdad: lo que puede (y no puede) hacer un impuesto

Giordano Lautaro^{2 3 1}, Gonçalves Sebastián⁴, Iglesias José Roberto⁴, Laguna Fabiana^{3 1}

¹ *Division Física Estadística e Interdisciplinaria, Centro Atómico Bariloche (CAB)*

² *Instituto Balseiro (IB), San Carlos de Bariloche*

³ *Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)*

⁴ *Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Brasil*

En el marco de la Econofísica, presentamos un modelo simple para estudiar la dinámica de la desigualdad en un sistema económico con políticas redistributivas, a través de la simulación

de un modelo de agentes. En cada paso temporal, la riqueza del agente más pobre es reemplazada por un nuevo valor aleatorio proporcional al promedio del sistema. Este reemplazo se financia mediante un impuesto cobrado a todos los agentes, cuya carga depende del grado de progresividad del esquema impositivo: en los casos progresivos, los agentes más ricos contribuyen con una mayor proporción del impuesto total.

El modelo incorpora un parámetro que regula la escala de redistribución y otro que determina la progresividad del impuesto. Estudiamos cómo la interacción entre ambos afecta la desigualdad medida por el índice de Gini. Para impuestos progresivos, el sistema permanece en un estado de muy baja desigualdad hasta un umbral de redistribución, a partir del cual la desigualdad comienza a crecer. En el caso de un impuesto neutro, análogo a un sistema sin impuestos, el Gini presenta un mínimo a una escala intermedia de redistribución. Por otro lado, para impuestos regresivos se observa una transición abrupta entre regímenes de alta y baja desigualdad, acompañada por señales típicas de una transición de fase, como histéresis en el Gini, en la entropía y el cumulante de Binder.

Este modelo minimalista ofrece un marco versátil para explorar cómo distintas políticas de redistribución afectan la desigualdad y la estructura de la distribución de riqueza.

316. Machos solitarios y hembras inquietas: modelando la formación de harenes en camélidos

González Tomás^{1 2}, Abramson Guillermo^{1 2}, Laguna Fabiana^{1 2}

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

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

Los herbívoros silvestres se esfuerzan constantemente por optimizar el equilibrio entre la ingesta de energía y nutrientes y el riesgo de depredación durante el forrajeo. Esto ha llevado a la selección de diversos rasgos evolutivos —como la dieta, la selección de hábitat y el comportamiento— que están moldeados simultáneamente por la variabilidad espacio-temporal del ambiente. En los camélidos, una estrategia conductual común es la poliginia, que organiza tanto la reproducción como la alimentación en estructuras grupales, añadiendo complejidad ecológica y evolutiva.

Desarrollamos un modelo estocástico basado en individuos en el que las hembras de camélidos se desplazan entre distintos grupos familiares, respondiendo dinámicamente al entorno, con el objetivo de maximizar su payoff individual. Nuestros resultados indican que la estrategia conductual de las hembras individuales puede, por sí sola, dar lugar a propiedades emergentes a nivel poblacional, como el tamaño de los grupos o la distribución de la aptitud. Estas propiedades se ven moduladas de manera no aditiva por otros factores, como la densidad poblacional, la proporción de sexos y la heterogeneidad del sistema. Además, se observó que los machos solitarios tienen un efecto significativo en la evolución de los harenes, al modificar la presión que el sistema ejerce sobre las hembras. Investigaciones futuras buscarán integrar la dinámica conductual de los machos y evaluar cómo sus decisiones individuales afectan las propiedades emergentes de la población.

317. Caracterización acústica de espacio recreativo: medición espectral mediante transformada de Fourier y procesamiento digital de señales

Manenti Romero M. G.¹, Corvalan Paez T. U.¹, Leguizamón G. N.¹, Nieva M. V.¹

¹ Dep. Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Catamarca (UNCa)

Este trabajo tiene como objeto analizar parámetros acústicos preliminares de una sala utilizada para la enseñanza y la ejecución de música. El volumen espacial de un ambiente es la base objeto de estudio para el análisis de la acústica a experimentar, que puede ser buena o mala, según la utilidad de este espacio. Para disfrutar de una buena acústica, una sala debe tener un diseño adecuado a su función y debe facilitar la comunicación y la inteligibilidad del sonido. La acústica de espacios cerrados normalmente se describe por las intensidades y transferencias del sonido, el cual se puede reflejar demasiado, demasiado poco o en la dirección incorrecta. Para abordar esta problemática, no sólo interesa analizar los parámetros arquitectónicos de la sala objeto de estudio sino también la exploración de los tonos musicales mediante la aplicación de la Transformada de Fourier, una herramienta fundamental en el campo del procesamiento digital de señales y la acústica. Este análisis se centra en un instrumento musical. El análisis de grabaciones de audio, nos permite el estudio de las frecuencias fundamentales y sus armónicos, para generar una huella acústica. El proceso implica la grabación, el análisis comparativo de tonos musicales utilizando código Python con el soporte de la inteligencia artificial, que proporciona una perspectiva accesible entre la física y la música. El resultado de este trabajo nos provee la habilidad de percibir y analizar con precisión parte del espectro del sonido musical y sus características preliminares y parámetros acústicos normativos.

318. Simulación de patrones fractales de nidos de aves coloniales

Lopez Bertazza Luciano¹, Laneri Karina^{1 2}

¹ Instituto Balseiro (IB), Universidad de Cuyo, CNEA, Bariloche, Argentina

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

Algunas aves coloniales anidan de manera que los patrones espaciales de sus nidos se distribuyen en forma libre de escala (o fractal). Es decir, se observan colonias de todos los tamaños, lo que lleva a cuestionar el concepto de colonia generalmente aceptado en ecología. Se presume que el mecanismo principal a escala de individuo, que produce dicha distribución fractal de nidos a gran escala, es la atracción conespecífica. En este trabajo se implementaron simulaciones computacionales espacialmente explícitas a partir de un modelo que incorpora la atracción conespecífica y el rango visual. El modelo generó configuraciones espaciales donde las colonias se expanden dejando huecos en las etapas iniciales que son ocupados con el agregado de nuevos nidos, promoviendo una compactación en el núcleo de las colonias. Este comportamiento conlleva un aumento de la dimensión fractal conforme crece el número de aves. Además, se calculó el exponente dinámico z obteniendo: 0,51(3); 0,45(3) y 0,39(3) para rangos visuales de 1, 3 y 10, respectivamente. Asimismo, se encontró una ley de potencias entre el área de una colonia y su número de individuos, con exponentes: 0,48(3); 0,45(3) y 0,34(3) para los mismos rangos visuales. La distribución de tamaños de colonia resultó también libre de escala, presentando un umbral a partir del cual decae exponencialmente. Finalmente, se encontró una relación analítica entre los exponentes que se obtienen a escala de una colonia con el obtenido para la distribución de tamaños de muchas colonias, ayudando a comprender los mecanismos que generan los patrones observados en la distribución espacial de nidos de estas aves.

319. Efectos de tiempo finito usando el protocolo de Kibble-Zurek en el modelo ZGB

Loscar Ernesto Selím¹

¹ Instituto de Física de Líquidos y Sistemas Biológicos (IFLYSIB), Ciudad de La Plata, Universidad Nacional de La Plata (UNLP)

Aplicamos el método de Kibble-Zurek, es decir una variación lineal suave del parámetro de control pasando por el punto de transición, a la transición irreversible de primer orden del modelo ZGB. Estudiamos los efectos de *tiempo finito* en el límite de volumen infinito usando como parámetro de orden tanto la densidad de moléculas de *CO* como la densidad de sitios vacíos. A partir del método de optimización del coeficiente de determinación [1] encontramos un comportamiento de tiempo finito análogo al comportamiento de tamaño finito evidenciando la existencia de una transición de fase dinámica. Comparamos nuestros resultados con los resultados obtenidos usando diversos métodos dinámicos encontrados en la literatura.

[1] R. da Silva, M. J. de Oliveira, T. Tomé and J. R. D. Drugowich de Felício, Phys. Rev. E 101, (2020) 012130.

320. Estudio termodinámico del complejo de inclusión entre la 2-hidroxipropil- β -ciclodextrina y el aldehído verátrico mediante simulaciones de dinámica molecular

Lupi Casale C. L.^{1 2}, Porasso R.^{1 3}, Dávila Y.^{5 4}, Sancho M.^{5 6}, Frigini E.^{3 5}

¹ Departamento de Física, Facultad de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales (FCFMyN), Universidad Nacional de San Luis (UNSL)

² Instituto de Matemática Aplicada San Luis (IMASL)

³ Instituto de Matemática Aplicada San Luis (IMASL), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

⁴ Instituto de Investigaciones en Tecnología Química (INTEQUI), CONICET

⁵ Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia (FQBF), Universidad Nacional de San Luis (UNSL)

⁶ Instituto Multidisciplinario de Investigaciones Biológicas de San Luis (IMIBIO), CONICET

Las ciclodextrinas (CD) son oligosacáridos cíclicos ampliamente utilizados como agentes de encapsulación debido a su capacidad para formar complejos de inclusión con compuestos huéspedes. En particular, la β -ciclodextrina (β -CD) y sus derivados funcionalizados, como la 2-hidroxipropil- β -ciclodextrina (HP- β -CD), son de gran interés por su estabilidad, disponibilidad comercial y propiedades de solubilidad mejoradas.

En este trabajo se estudió la formación del complejo de inclusión entre la HP- β -CD y el aldehído verátrico, un compuesto aromático con relevancia en la industria alimentaria y farmacéutica. Se utilizaron simulaciones de Dinámica Molecular clásicas con solvente explícito, implementadas en el paquete GROMACS. La energía libre de Gibbs asociada al proceso de inclusión se obtuvo mediante la técnica de Umbrella Sampling, seguida del análisis de histograma ponderado (WHAM). Esta metodología permitió muestrear de forma uniforme la coordenada de reacción y reconstruir de esta forma el perfil de energía libre del sistema a temperatura ambiente (298 K).

La comparación de este sistema con el de la β -CD:aldehído verátrico evidencia cómo pequeñas modificaciones estructurales en la ciclodextrina, como la introducción de grupos 2-hidroxipropilo, pueden influir notablemente en el perfil termodinámico del complejo de inclusión. Los resultados obtenidos en este estudio constituyen una base útil para aplicaciones potenciales en la industria alimentaria, donde la HP- β -CD es empleada para mejorar la estabilidad y solubilidad de compuestos.

321. Desarrollo y caracterización de un sistema de preamplificación para señales EMG en aves

Mininni Tomás Agustín¹, Andribet Sebastián¹, Fainstein Facundo², Mindlin Gabriel B.²

¹ Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN)

² Instituto de Física Interdisciplinaria y Aplicada (ex INFIP) (INFINA)

En este trabajo desarrollamos un sistema instrumental portátil para la medición de señales electromiográficas (EMG) en el nervio traqueo-siringeo de aves, con el objetivo de estudiar la actividad neuronal durante el sueño. Este nervio transmite las señales motoras desde el cerebro hacia los músculos de la siringe, órgano vocal de las aves, por lo que su actividad ofrece una ventana directa al control neural del canto. El sistema desarrollado consta de una placa de preamplificación compacta montada en una mochila transportada por el ave, un circuito intermediario con protección eléctrica, y un código de adquisición en Python optimizado para sesiones nocturnas prolongadas. El diseño fue caracterizado y validado en el rango de frecuencias de interés, comprobándose su eficacia en condiciones experimentales.

Este dispositivo permite registrar la actividad del nervio vocal mientras el ave duerme, habilitando el estudio de su reactivación espontánea durante el sueño. Presentamos mediciones preliminares en canarios, en el marco de estudios recientes que reportan patrones de activación muscular y neural altamente variables durante la noche en aves canoras. Este tipo de comportamiento podría reflejar mecanismos de consolidación o reactivación neural asociados al aprendizaje del canto, contribuyendo a una mejor comprensión del rol del sueño en el desarrollo sensoriomotor de estas especies.

322. EEG intracraneal e información mutua: identificación del estado preictal

Pallares Di Nunzio Monserrat¹, Granado Mauro¹, Collavini Santiago², Miceli Federico¹, Montani Fernando¹

¹ *Instituto de Física de La Plata (IFLP)*

² *Estudios en Neurociencias y Sistemas Complejos (ENyS)*

La epilepsia refractaria representa un desafío clínico significativo debido a la resistencia de ciertos pacientes a los tratamientos farmacológicos capaces de suprimir las crisis propias de la enfermedad. Aunque la extirpación quirúrgica de las áreas afectadas puede ser una solución, esta opción no siempre es viable, obligando a los pacientes a vivir con una calidad de vida limitada. El uso de electrodos intracraneales (EEGi) permite obtener señales de alta resolución tanto espacial como temporal, las cuales han posibilitado la identificación de tres estados cerebrales principales: basal, postictal y preictal. La detección temprana del estado preictal es crucial, ya que puede predecir una crisis minutos antes de que ocurra [1,2].

En este estudio, se utilizó la información mutua (MI) para analizar las dependencias estadísticas, tanto lineales como no lineales, entre series temporales multicanal de EEGi. La MI se aplicó para medir la transmisión de información entre diferentes ritmos neuronales en el estado epiléptico [N. del T.], actuando como un biomarcador objetivo con potencial para el diagnóstico temprano de crisis. Por último, los cálculos de MI entre diferentes bandas de frecuencia se utilizaron para entrenar redes neuronales que lograron predecir el estado preictal con una precisión del 81%. Este enfoque representa una herramienta prometedora para mejorar la calidad de vida de los pacientes con epilepsia refractaria mediante la predicción temprana de crisis.

[1] M. Granado, S. Collavini, R. Baravalle, N. Martinez, M. A. Montemurro, O. A. Rosso and F. Montani, *Chaos* 32 (2022) 093151.

[2] M. Granado, S. Collavini, N. Martinez, F. Miceli, O. A. Rosso and F. Montani, *Chaos* 34 (2024) 053102.

323. Modelización matemática para el análisis de los modos normales de vibración de una cuerda

Navarro Silvia¹, Manenti Romero Mariano Gabriel¹, Corvalán Páez Tomas Uriel¹, Díaz Santiago Jesús¹, Dip Enzo Gabriel¹, Nieva Lucas Agustín¹, Quinteros Victoria Sofia¹, Solís Gustavo Martin¹, Quiroga María Luz Del Valle¹, Juarez Gustavo Adolfo¹

¹ *Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Catamarca (UNCA)*

En la actualidad, la modelización matemática desarrollada en el ámbito de la investigación científica, es ampliamente utilizada para el análisis de fenómenos físicos, especialmente en problemas de carácter interdisciplinarios con enfoque experimental. Esta metodología conlleva la formalización de un modelo matemático que incluye postulados axiomáticos e inferencias inductivas, permitiendo la obtención de resultados cuantitativos de cierta complejidad. El presente trabajo tiene como objetivo la verificación de la ecuación de onda unidimensional aplicada a una cuerda vibrante, a través de modelización matemática. Para ello, se considera un sistema de correlaciones que describe la estructura y la dinámica de los modos normales de vibración de la cuerda, integrando herramientas matemáticas, como las Ecuaciones Funcionales, con fundamentos teóricos y datos experimentales. Además, se incorpora el coeficiente de fricción del aire, con el fin de ajustar el modelo a las condiciones reales observadas durante la experimentación. Para la validación de los resultados obtenidos, se aplicó un código desarrollado en Python siendo procesado en Google Colab, con el cual se generó un programa propio llamado Modelo General FFT, cuya función es convertir una señal de vibración del dominio temporal al dominio de la frecuencia. Esto lleva a analizar las diferencias que se presentan en las frecuencias de los modos normales de vibración de la cuerda, los decibels y la potencia, en combinación a los armónicos que se producen al tocarla. Por lo tanto, el sonido generado en la cuerda al aplicarle una fuerza cuya tensión varía mediante la aplicación de diferentes pesas, lleva a modificar la amplitud de oscilación de la misma, la cual es registrada con el software Audacity que permite comparar los resultados de la FFT con el propio programa generado. Se concluye, que la intensidad sonora generada por la cuerda es inversamente proporcional a la tensión aplicada. Esta relación se atribuye a las fuerzas de cohesión internas que actúan sobre la estructura de la cuerda, dependiendo de las propiedades elásticas del material que la conforman. El mencionado trabajo se realizó dentro del proyecto de investigación acreditado por SECYT-UNCA titulado Creación del Modelos Matemáticos Interdisciplinarios bajo Dinámica de Sistemas en Procesos Acústicos.

324. Efecto del confinamiento en la dinámica escapista-perseguidor

Rossatto Rafael G.^{1 2}, Alvarez H. Ariel¹, Carlevaro C. Manuel¹, Bordin J. Rafael²

¹ *Instituto de Física de Líquidos y Sistemas Biológicos (IFLYSIB), Ciudad de La Plata*

² *Universidade Federal de Pelotas (UFPel)*

El estudio de las dinámicas de persecución y escape [1] ha atraído una atención creciente en diversos campos científicos, desde sistemas biológicos —como las interacciones depredador-presa y las respuestas inmunológicas— hasta la inteligencia artificial y la robótica, donde los algoritmos de persecución y evasión son cruciales para la navegación autónoma.

En este trabajo, buscamos analizar el comportamiento de un modelo de persecución y escape en una red cuadrada [2], considerando la presencia de obstáculos estáticos. Se consideran dos tipos de agentes: perseguidores (cazadores) y escapistas (presas), que se mueven según reglas predefinidas mientras navegan en un entorno que incluye obstáculos [3]. Al variar sistemáticamente los tamaños de las poblaciones (número de cazadores y presas) y las densidades ρ de obstáculos, buscamos caracterizar métricas clave como el *tiempo de captura* (TT) —el tiempo que tarda en capturarse a todas las presas— y la *función de costo* [1], que cuantifica la eficiencia del proceso

de persecución bajo diferentes configuraciones espaciales.

Nuestro trabajo se basa en el modelo propuesto por Šćepanović y colaboradores [4], donde se utilizaron obstáculos para estudiar el comportamiento del sistema. Sin embargo, a diferencia de su estudio, exploramos escenarios que se acercan al umbral de percolación en $\rho = 0.59$ en una red bidimensional.

Los agentes se perciben entre sí dentro de un *radio de búsqueda* (SR) definido, donde las distancias se calculan utilizando la métrica de Manhattan [4]. La dinámica del sistema se modela como un proceso de Monte Carlo (MC) en tiempo discreto. En cada paso de MC, se selecciona aleatoriamente un sitio de la red. Si el sitio está desocupado o está ocupado por un obstáculo, la configuración permanece sin cambios y se selecciona un nuevo sitio. Si el sitio seleccionado está ocupado por un perseguidor o un escapista, el movimiento sigue las reglas que se describen a continuación.

- Si un perseguidor ve un escapista dentro de su $SR = 1$ segmento, se mueve hacia el objetivo en un intento de capturarlo.
- Si ve un escapista dentro de $SR = 2$ segmentos, el perseguidor se mueve en la dirección de mayor densidad de presas.
- Si no se detecta ninguna presa dentro de $SR = 2$ segmentos, el perseguidor realiza una caminata aleatoria.
- Las presas siguen la misma lógica, pero en dirección opuesta, intentando alejarse de los perseguidores cercanos.

Con respecto a la configuración de la simulación, el número de obstáculos se define como una fracción del número total de sitios de la red (L^2): $\rho \in [0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8]$. El número inicial de escapistas se define como una fracción de los sitios disponibles (no obstruidos): $N_E^0 = L^2(1 - \rho)/2$, mientras que el número de perseguidores se fija como $N_C^0 \in [5, 10, 50, 100, 500, 1000, 1500]$. Este modelo no considera muerte natural ni reproducción. A lo largo de la simulación, N_C^0 se mantiene constante, mientras que N_E disminuye a medida que los escapistas son capturados. El objetivo principal de este estudio es comprender cómo la presencia y la densidad de obstáculos afectan la dinámica del sistema, especialmente cerca y más allá del umbral de percolación $\rho = 0.59$. En particular, buscamos cuantificar cuántas presas quedan atrapadas entre los obstáculos —volviéndose inaccesibles para los perseguidores— y cuán eficientemente los perseguidores pueden capturar a las presas accesibles.

[1] A. Kamimura and T. Ohira, New Journal of Physics 12 (2010) 053013.

[2] A. Kumar, P. Grassberger and D. Dhar, Physica A 577 (2021) 126072.

[3] M. Su, D. Bernardi and B. Lindner, New Journal of Physics 25 (2023) 023033.

[4] J. R. Šćepanović, A. Karač, Z. M. Jakšić, L. j. Budinski-Petković and S. B. Vrhovac, Physica A 525 (2019) 450.

325. Apatía y transición dinámica: efectos de la alternancia de los modelos Sznajd–votante en la formación de opiniones

Salvatierra Costas Baltazar Nicolas¹, Revelli Jorge A.^{1 2}

¹ Facultad de Matemática Astronomía, Física y Computación (FAMAF), Universidad Nacional de Córdoba (UNC)

² Instituto de Física Enrique Gaviola (IFEG), Córdoba Capital, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

Se estudia la dinámica de formación de opiniones bajo condiciones iniciales aleatorias, considerando dos tipos de evolución: el modelo de Sznajd, donde las decisiones se propagan mediante reglas locales deterministas, y el modelo del votante. El sistema incluye una fracción de agentes apáticos, que no participan de la dinámica, y cuya proporción funciona como parámetro de control. El análisis se centra en la emergencia espontánea de una tercera posición ideológica, ausente al inicio. En el régimen de baja apatía, el modelo de Sznajd permite la consolidación de esta posición emergente, gracias al carácter de interacción a segundos vecinos del modelo de Sznajd. Se introduce luego una dinámica híbrida, en la que el sistema alterna entre reglas Sznajd y votante imperfecto, ya sea en intervalos fijos o aleatorios. En este contexto, se observa que la probabilidad de triunfo de la tercera posición cambia significativamente. El componente estocástico del votante imperfecto perturba las correlaciones espaciales que favorecen la emergencia de una estructura coherente, inhibiendo el crecimiento sostenido de la posición emergente. Finalmente, se analiza posibles efectos de memoria que posee la dinámica de Sznajd: su capacidad de retener configuraciones previas y reforzar patrones en el tiempo.

326. Detección de categorías semánticas a partir de registros de actividad cerebral: un análisis de similitud representacional (RSA)

Sapia Marco¹, Bavassi Luz^{1 2 3}, Kaczer Laura^{1 3}

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

² *Laboratorio de Neurociencias de la Memoria, Instituto de Fisiología, Biología Molecular y Neurociencias (IFIBYNE), Universidad de Buenos Aires (UBA), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)*

³ *Laboratorio de Lenguaje y Cognición, Departamento de Fisiología, Biología Molecular y Celular (DFBMC), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN), Universidad de Buenos Aires (UBA)*

Somos capaces de acceder al significado de las palabras de manera casi automática, distinguiendo sutilezas como la diferencia entre “rata” y “rato” en cuestión de milisegundos. Sin embargo, aún no comprendemos completamente cómo el cerebro organiza y representa estas categorías semánticas. El objetivo de este trabajo es investigar la organización de la información semántica a nivel neural frente a la presentación de palabras aisladas. En particular, buscamos evaluar si las representaciones cerebrales codifican la pertenencia a categorías semánticas específicas y su grado de cohesión interna. Para ello, diseñamos una tarea de asociación libre en la que cada palabra es presentada visualmente, y los participantes deben responder oralmente con la primera palabra que se les venga a la mente, mientras se registra su actividad cerebral. Se seleccionaron 8 palabras de 8 subcategorías semánticas (“Insectos”, “Animales marinos”, “Profesiones”, “Plantas”, “Electrodomésticos”, “Útiles escolares”, “Vestimenta” y “Cocina”), equitativamente distribuidas entre los dominios de objetos vivos y no vivos. Las palabras se presentan en bloques homogéneos (misma subcategoría) y heterogéneos (subcategorías mezcladas), lo que permite analizar el impacto del contexto semántico sobre las respuestas. El análisis se realizará mediante Representational Similarity Analysis (RSA) sobre datos de EEG de ensayos únicos, lo que permitirá examinar cómo varían en el tiempo las representaciones neuronales asociadas a diferentes categorías semánticas. Asimismo, se recolectarán datos conductuales (respuestas en formato audio) de asociación de palabras. Este diseño experimental busca sentar las bases para vincular modelos semánticos computacionales (como RSA y PPMI) con patrones de comportamiento y de actividad cerebral, ofreciendo una herramienta novedosa para estudiar la dinámica temporal de la representación semántica en el cerebro.

327. Armado de dispositivos estimuladores bio miméticos para sistemas nerviosos

Schulz M.¹, Baneira M.¹, Fernandez L.^{1 2}, Mindlin G.^{1 2}

¹ *Laboratorio de Sistemas Dinamicos, Departamento de Fisica, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires*

² *Instituto de Física Interdisciplinaria y Aplicada, INFINA-CONICET, Buenos Aires*

Existen múltiples trabajos en los que se proponen y estudian circuitos que simulan el comportamiento excitable de las neuronas. Los circuitos analógicos capaces de reproducir esta dinámica son conocidos como neuronas electrónicas. A partir del estudio del acoplamiento entre neuronas, se desarrolló un sistema sensible a estímulos acústicos externos. Este sistema no solo reconoce tonos simples, sino también sonidos compuestos por más de una frecuencia distinguiendo según su estructura temporal. Una ventaja al utilizar circuitos analógicos es que se evitan retrasos temporales característicos del trabajo con sistemas computacionales, lo que resulta crucial si se quiere que este interactúe con un ser vivo en tiempo real.

328. Predicción del parámetro de regularización basada en machine learning para el análisis de la distribución de tamaños de poro en materiales nanoporosos

Seijas Fernando Sebastián¹, Cornette Valeria¹, Delgado Monz Rodrigo¹, López Raúl H.¹

¹ *Instituto de Física Aplicada (INFAP), Universidad Nacional de San Luis (UNSL)*

La determinación precisa de las distribuciones de tamaño de poro (PSD, por sus siglas en inglés) a partir de isothermas de adsorción es fundamental para caracterizar materiales nanoporosos. Un paso crítico, pero a menudo pasado por alto, en la determinación de la PSD es la elección del parámetro de regularización λ , que estabiliza la inversión de la ecuación integral de adsorción; λ puede variar ampliamente según los modelos moleculares y de poro subyacentes, como fue demostrado por Cornette et al. [1] Para abordar este desafío, proponemos un modelo de aprendizaje automático que predice el valor óptimo de λ aprendiendo a partir de descriptores clave de isothermas sintéticas generadas mediante simulaciones de Monte Carlo en el Gran Canonico (GCMC, por sus siglas en inglés). Nuestro conjunto de entrenamiento comprende más de 1500 isothermas, tanto experimentales como sintéticas, para N_2 y CO_2 , cubriendo geometrías de poro puras (slit, triangular y cilíndrica) y mixtas (laminar-triangular y slit-CMK-3), una variedad de temperaturas, y heterogeneidades superficiales controladas. Validamos nuestro modelo con isothermas experimentales tomadas de la literatura, demostrando que recupera λ con precisión tanto en sistemas simulados como reales. Finalmente, integramos el predictor entrenado en MONSAIC [2], nuestra plataforma de Python de código abierto, automatizando así el análisis de PSD y mejorando significativamente la fiabilidad en aplicaciones de almacenamiento de gases, separación y catálisis.

[1] V. Cornette, J. Villarroel-Rocha, K. Sapag, R. Delgado Mons, J. P. Toso and R. H. López, Carbon 168 (2020) 508.

[2] <https://monsaic.unsl.edu.ar/>

329. Modelo dinámico de la regulación central de la frecuencia cardíaca y estudio de la arritmia sinusal respiratoria.

Sidoli Cano Santiago J.¹, Rojas Líbano Daniel², Amador Ana^{1 3}

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

² Centro de Estudios en Neurociencia Humana y Neuropsicología (CENHN), Facultad de Psicología, Universidad Diego Portales, Chile

³ Instituto de Física Interdisciplinaria y Aplicada (INFINA), CONICET

Este trabajo presenta los primeros resultados de un proyecto orientado a investigar la relación entre las capacidades de regulación emocional (RE), mediante el proceso de despliegue atencional (DA), y las dinámicas fisiológicas autonómicas subyacentes. El objetivo a largo plazo es desarrollar un modelo fisiológico que permita explorar los vínculos entre variables fisiológicas y delimitar sus funciones específicas. En esta presentación, abordamos el estudio de un modelo minimal para el control neuronal de la frecuencia cardíaca, con el fin de comprender mejor la arritmia sinusal respiratoria (ASR), una variación natural de la frecuencia cardíaca que ocurre durante el ciclo respiratorio: esta se incrementa durante la inhalación y disminuye durante la exhalación. Dado que el sistema vagal favorece estados de calma, su tono se considera un indicador de regulación emocional: una disminución del tono vagal reflejaría una menor capacidad regulatoria. Un método accesible para evaluar este control es el monitoreo de la ASR. Asimismo, la variabilidad de la frecuencia cardíaca (VFC) representa otro marcador relevante, ya que una mayor VFC se ha asociado con estrategias más eficaces de regulación emocional. El modelo presentado integra tres componentes principales: sistema cardíaco, sistema pulmonar y dinámica neuronal. Se presenta un análisis detallado de su estructura y parámetros, con el fin de avanzar hacia una comprensión más profunda de los mecanismos fisiológicos involucrados.

330. Correlaciones de velocidad libres de escala en elipses activas

Soprano Carla M.^{1 2 3}, Grigera Tomás S.^{1 2 3}

¹ Instituto de Física de Líquidos y Sistemas Biológicos (IFLYSIB), Ciudad de La Plata

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

³ Universidad Nacional de La Plata (UNLP)

La organización y la aparición de orden en sistemas biológicos pueden estudiarse a partir de modelos efectivos, cuyo comportamiento colectivo puede analizarse mediante técnicas de la mecánica estadística. En estos modelos, las partículas representan a un individuo como parte de una población que exhibe movimiento colectivo, y en particular en el estudio de la materia activa, se incluye la autopropulsión de las mismas como resultado de un proceso interno de transducción de energía libre en energía cinética. Los modelos de materia activa se han aplicado en diversos sistemas biológicos, como bandadas de aves, cardúmenes, enjambres de insectos, manadas de mamíferos e incluso células en tejidos, donde el comportamiento colectivo del grupo está reglado por fuertes interacciones entre los individuos [1].

El objetivo de este trabajo consiste en realizar simulaciones basadas en el modelo presentado en [2], y comparar los resultados con los experimentos presentados en [3] y con las conclusiones que obtuvieron en [4] a partir del análisis de los mismos. En este modelo, las partículas se representan mediante un campo gaussiano bidimensional anisotrópico, con varianzas a y b correspondientes a los semiejes característicos de una elipse. Las partículas interactúan entre sí mediante un potencial proporcional a la superposición entre las gaussianas, lo que promueve un alineamiento nemático entre ellas. Además, se autopropulsan con una fuerza constante, y están sometidas a un ruido externo. Para distintos tamaños del sistema (una caja cuadrada de $L \times L$, con condiciones periódicas de contorno), se mantuvo constante la relación entre el área total de las n elipses interactuantes, y el área L^2 de la caja, siendo este cociente cercano a 1.

Incluso cuando el potencial de interacción es estrictamente nemático y de corto alcance, cuando se introduce la autopropulsión se favorece un alineamiento polar entre las partículas, y surgen

correlaciones en la velocidad y orientación que superan ampliamente su tamaño característico. Específicamente, en las correlaciones conectadas de parámetros de orden global como la polarización, la velocidad y el orden nemático (que cuantifican el grado de orden colectivo del sistema), se halló que la distancia a la cual las fluctuaciones se vuelven anticorrelacionadas depende linealmente del tamaño del sistema. Esto implica que las correlaciones son *libres de escala*, ya que el tamaño del sistema es la única longitud relevante [5]. Este resultado concuerda con lo hallado en [4], donde se estudió el movimiento colectivo de células de glioblastomas de ratones en confluencia, y se halló que las fluctuaciones de la velocidad en el sistema son libres de escala.

[1] T. Vicsek and A. Zafeiris, Physics Reports 517 (2012) 71.

[2] R. Großmann, I. S. Aranson and F. Peruani, Nat. Commun. 11 (2020) 5365.

[3] A. Comba, S. M. Faisal, P. J. Dunn et al, Nat. Commun. 13 (2022) 3606.

[4] K. B. Wood, A. Comba, S. Motsch, T. S. Grigera and P. R. Lowenstein, Science advances 9 (2023) eadf7170.

[5] T. S. Grigera, J. Phys. Complex. 2 (2021) 045016.

331. Modelado de la dinámica de un giróscopo mediante redes neuronales informadas por la física

Morales M. A.^{1 2}, Sosa M. M.¹, Zerpa F. A. A.², Lopez S. D.¹

¹ Instituto de Investigación en Energías No Convencionales (INENCO), Salta Capital, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

² Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de Salta (UNSa)

El giroscopio es un dispositivo que por su gran utilidad no ha dejado de evolucionar a través del tiempo. Desde su invención y hasta la actualidad, se ha empleado en navegación marítima y aérea, así como para la estabilización de diversos artefactos, desde pequeños como drones hasta grandes como barcos y aeronaves. Además, constituye una herramienta didáctica valiosa para la enseñanza de la dinámica de cuerpos rígidos, ya que en él se manifiestan tres tipos de movimiento característicos, nutación, precesión y rotación.

Utilizando los ángulos de Euler como coordenadas generalizadas y a partir de las ecuaciones de Lagrange, es posible obtener un conjunto de tres ecuaciones de movimiento representadas por un sistema de ecuaciones diferenciales. Normalmente en la literatura, el modelo que se presenta es el ideal, en el que se prescinde de las fuerzas disipativas [1]. Por esto, en la dinámica de los cuerpos rígidos, una tarea fundamental es obtener la ecuación de movimiento, para la que existen diversas herramientas. La elección de cada una dependerá entre otras cosas del grado de dificultad del problema que se analice.

En este trabajo se utilizan las redes neuronales informadas por la física (PINNs por sus siglas en inglés) basadas en perceptrones multicapa [2]. Se incorporan las leyes físicas representadas por un sistema de ecuaciones diferenciales acopladas de segundo orden que describe el movimiento del giroscopio en el proceso de aprendizaje [3,4]. Se agregan al sistema ideal de ecuaciones términos que representan las fuerzas disipativas de primer y segundo orden, modeladas como funciones dependientes del tiempo. El proceso de aprendizaje se realiza optimizando en el tiempo tales ecuaciones, y ajustando mediciones experimentales del sistema tomadas en el laboratorio para la precesión, nutación y rotación, logrando así, encontrar los coeficientes de la ecuación diferencial que representan los términos disipativos.

Los resultados obtenidos permiten una descripción más completa del sistema, al incluir tanto fuerzas conservativas como no conservativas. Por otro lado, la solución ajustada a los datos experimentales proporciona una base sólida para la obtención del modelo.

- [1] H. Goldstein, C. P. Poole and J. L. Safko. Classical Mechanics. Addison Wesley (2002).
- [2] M. Raissi, P. Perdikaris and G. E. Karniadakis, Journal of Computational Physics 378 (2019) 686.
- [3] B. Moseley, A. Markham and T. Nissen-Meyer, Advances in Computational Mathematics 49 (2023) 62.
- [4] V. Dolean, A. Heinlein, S. Mishra and B. Moseley, Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering 429 (2024) 117116.

332. Efecto del sub-muestreo sobre la estimación de los exponentes característicos de la dinámica neuronal

Spinazzola Mario T.¹, Martin Daniel A.^{3 2}, Camargo Sabrina^{3 2}, Chialvo Dante R.^{1 4 2}

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

² Centro de Estudios Multidisciplinarios en Sistemas Complejos y Ciencias del Cerebro (CEMSC3), Instituto de Ciencias Físicas (ICIFI), Universidad Nacional de Gral. San Martín (UNSAM)

³ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

⁴ Hong Kong Baptist University, SAR, China

La presencia de invariancia de escala y correlaciones de largo alcance es común en sistemas complejos, como por ejemplo en la actividad cerebral [1], hecho que motiva la estimación de exponentes característicos de las funciones de correlación tanto espacial como temporal. Dado que un muestreo completo de estos sistemas no es posible, en trabajos recientes se estudió el efecto del sub-muestreo sobre los exponentes de escala en sistemas fractales y datos experimentales variados [2] demostrando que ante un sub-muestreo (incluso severo), el valor de los exponentes críticos no se alteran significativamente. Este análisis se extiende aquí al estudio de la dinámica de la actividad espontánea de 10000 neuronas de la corteza visual de ratones conscientes, obtenida mediante técnicas de opto-genética [3]. Específicamente, se computan el exponente espacial η de densidad radial de neuronas activas [2, 4] y el exponente temporal α de DFA (Detrended Fluctuation Analysis [5]), computados ambos para sub-muestreos crecientes. Se observa que aun con una reducción del orden de 70% en los datos espaciales o de un 90% de los datos temporales, los exponentes característicos permanecen muy cercanos a los calculados con la totalidad de los datos. Los resultados confirman la robustez al sub-muestreo conjeturada en [2] y la extienden a registros experimentales donde es habitual contar solo con mediciones parciales o de baja resolución.

[1] D. R. Chialvo, Nature Physics 6 (2010) 744.

[2] S. Camargo, N. Zamponi, D. A. Martin, T. Turova, T. S. Grigera, Q. Y. Tang and D. R. Chialvo, Physical Review E 112 (2025) 014301.

[3] C. Stringer, M. Pachitariu, N. Steinmetz, C. B. Reddy, M. Carandini and K. D. Harris, Science 364 (2019) eaav7893.

[4] S. Camargo, D. A. Martin, E. J. A. Trejo, A. de Florian, M. A. Nowak, S. A. Cannas, T. S. Grigera and D. R. Chialvo, Physical Review E 108 (2023) 034302.

[5] C. K. Peng, S. Havlin, H. E. Stanley and A. L. Goldberger, Chaos 5 (1995) 82.

333. Análisis de la formación de memorias colectivas en base a la estructura social

Theodorou Jorge¹, Fuentemilla-Garriga Lluís^{2 3 4}, Bavassi Luz^{1 5}

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

² Instituto de Neurociencias, Universidad de Barcelona

³ *Grupo de Cognición y Plasticidad Cerebral, IDIBELL, Hospitalet de Llobregat, España*

⁴ *Departamento de Cognición, Desarrollo y Psicología de la Educación, Universidad de Barcelona*

⁵ *Universidad de Buenos Aires (UBA), Instituto de Fisiología, Biología Molecular y Neurociencias (IFIBYNE), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Laboratorio de Neurociencias de la Memoria*

La dinámica de las interacciones sociales es de especial importancia en la formación de memorias colectivas, creencias y costumbres, por lo que es un tema de interés en áreas como la psicología y la física social. Las sociedades se estructuran como redes de individuos que interactúan entre sí, pudiendo ser representadas utilizando redes complejas que evolucionan con el tiempo. Utilizando los datos del trabajo de Valle y colaboradores (2025), se analizó el intercambio de información entre individuos organizados en redes sociales segregadas e integradas; y cómo la información recordada por los individuos se transformaba a través de las interacciones, formando la memoria colectiva. Se observó que, para ambas redes sociales, la semejanza entre las memorias de dos individuos en una misma red disminuye según aumenta la distancia entre ellos. También se vio que las memorias eran más estables a través de las interacciones en las redes segregadas que en las integradas. Esto último sugeriría que la información es menos propensa a ser alterada en redes de individuos con alta modularidad, que en grupos cuyas interacciones están homogéneamente distribuidas. El objetivo de este trabajo es el de construir un modelo matemático usando Teoría de Redes y de Modelos Basados en Agentes, que permita reproducir los resultados de formación de memorias colectivas en base a la interacciones sociales.

334. Desarrollo, construcción y caracterización de sistema de registro neuronal para aves pequeñas

Urriste Juan Facundo¹, Rolla Román¹, Cignoli Felipe I.^{1 2}, Amador Ana^{1 2}

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

² *Instituto de Física Interdisciplinaria y Aplicada (INFINA), UBA-CONICET*

El canto de las aves surge de la interacción entre la actividad de un conjunto complejo de núcleos neuronales, el sistema respiratorio y el órgano vocal. Estos sistemas se coordinan de formas complejas para generar gestos motores biomecánicos precisos que se traducen en el comportamiento vocal. Los núcleos neuronales telencefálicos cumplen un rol clave en la generación de comandos motores que controlan la periferia, por lo que es clave realizar registros neuronales durante la producción y/o procesamiento del canto.

En este trabajo presentamos el desarrollo, construcción y caracterización de un sistema de registro neuronal para realizar electrocorticografía (ECog) en aves pequeñas. ECoG es una técnica de registro neuronal que permite medir la actividad eléctrica cortical con alta resolución temporal y mejor relación señal/ruido que los registros extracraneales, como el electroencefalograma (EEG). Estas señales neuronales son a nivel poblacional (integración de múltiples unidades). Específicamente, en este trabajo diseñamos un circuito seguidor de 4 canales y un circuito de amplificación diferencial, con el objetivo de poder comparar y analizar los requerimientos mínimos del sistema de registro. Tanto los dispositivos construidos como los cables utilizados son pequeños y livianos, ya que están diseñados para ser utilizados en animales pequeños. Este desarrollo puede aplicarse de manera general en animales pequeños y es de gran versatilidad.

335. Puntos excepcionales en circuitos modulados temporalmente

Velázquez López Eduardo C.¹, Fernández Alcázar Lucas J.^{2 3}, Barrios Vargas J. E.¹

¹ *Departamento de Física y Química Teórica, Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)*

² *Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura, Universidad Nacional del Nordeste (UNNE) Corrientes (capital)*

³ *Instituto de Modelado e Innovación Tecnológica (IMIT), Corrientes (capital)*

El físico Pyotr Kapitza demostró en 1951 que un sistema inestable, específicamente un péndulo invertido, puede estabilizarse en su posición superior aplicando una vibración de alta frecuencia en su base. Las ideas de Kapitza han trascendido el ámbito de la mecánica, influenciando el campo de la Mecánica Vibracional. El fenómeno en el que la respuesta global de baja frecuencia de un sistema se ve afectada por contribuciones débiles de alta frecuencia que varían en el tiempo se conoce como resonancia vibracional. Considerando un circuito LC con dependencias temporales de la inductancia y capacitancia es posible realizar un análogo con el péndulo Kapitza [1], el cual se exploró numéricamente. En dicho circuito se analizaron las regiones de estabilidad e inestabilidad y se determinó la posibilidad de la aparición de puntos excepcionales (PEs) [2].

Los PEs típicamente aparecen en sistemas no Hermitianos que conjugan apropiadamente pérdidas y ganancias. En este trabajo, hallamos singularidades espectrales de PE en resonadores LC modulados temporalmente que emergen en una dimensión sintética, el espacio de Floquet. Esta modulación permite introducir energía al sistema – análogamente al efecto Joule – o bien, disiparla. En situaciones donde se genera un balance entre los mencionados mecanismos aparecen los PEs en el espectro. Nuestra investigación puede tener aplicaciones en sistemas de sensado ultrasensibles así como en el manejo de la respuesta electromagnética efectiva de sistemas modulados temporalmente.

[1] Antonio Alex-Amor et al, arXiv (2024) arXiv:2410.12976.

[2] Hamidreza Kazemi et al, Phys. Rev. Appl. 11 (2019) 014007.

336. Comportamiento dinámico de atractores continuos en una red de Hopfield unidimensional

Verón Lager Franco¹, Torroba Gonzalo², Mato German²

¹ *Instituto Balseiro (IB), Universidad Nacional de Cuyo (UNCuyo), Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Centro Atómico Bariloche (CAB)*

² *Instituto Balseiro (IB), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Centro Atómico Bariloche (CAB)*

Los atractores continuos han sido ampliamente utilizados en neurociencia para modelar cómo las redes neuronales procesan señales asociadas a variables continuas. Estos modelos son clave para comprender cómo se almacenan y actualizan recuerdos vinculados a estímulos espaciales, como la dirección de la cabeza o la posición en un sitio de un animal.

En este trabajo estudiamos las propiedades dinámicas y estadísticas de una red de Hopfield unidimensional con N neuronas y condiciones periódicas de borde. Mostramos que la dinámica colectiva de la red puede describirse eficazmente mediante una única coordenada macroscópica, lo que permite reducir el sistema a una ecuación efectiva.

A partir de esta descripción reducida, analizamos bajo qué condiciones esta coordenada colectiva —que codifica la actividad neuronal— puede ser actualizada mediante estímulos externos dependientes del espacio y el tiempo. Además, en contraste con los modelos clásicos de neuronas binarias, consideramos una generalización en la que el estado neuronal puede tomar valores continuos, lo que permite capturar con mayor fidelidad comportamientos realistas.

337. Entropía de permutaciones aplicada a la detección de sonidos cardíacos

Garavaglia Leopoldo¹, Zunino Luciano^{1 2}

¹ *Centro de Investigaciones Ópticas (CONICET La Plata - CIC - UNLP), La Plata*

² *Departamento de Ciencias Básicas, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata (UNLP)*

Se estudia la localización temporal de los sonidos cardíacos principales S1 y S2 en registros sonocardiográficos de una persona sana mediante la estimación de la entropía de permutaciones (PE) sobre ventanas deslizantes. Se evalúa su desempeño frente al obtenido implementando una metodología más convencional (filtrado homomórfico). En particular, se analiza el impacto que diferentes fenómenos espurios, tales como ruido observacional y saturación de la señal, tienen en la detección temporal de los mencionados sonidos cardíacos fundamentales. Teniendo en consideración que el análisis con la PE no requiere ningún tipo de preprocesamiento previo, se concluye su utilidad práctica para el análisis de este tipo de registros biomédicos a tiempo real.

PARTÍCULAS Y CAMPOS

Martes 16 y Miércoles 17 17:00 - 18:30 hs.

Sala Pettoruti, TACPA

Pósters impares se exhiben Martes 16 y pósters pares Miércoles 17

338. Detección empírica de violación CPT mediante experimentos de elección retardada con mesones K neutros entrelazados

Antiba Cristián¹

¹ Universidad Nacional de Rosario

Proponemos un marco experimental innovador que utiliza protocolos de elección retardada con mesones K neutros entrelazados para detectar empíricamente la violación conjunta de la simetría combinada de carga-paridad-tiempo (CPT). Este trabajo fundamenta sus bases teóricas en investigaciones previas sobre retrocausalidad cuántica, auto-entrelazamiento temporal, y ruptura de simetría en marcos holográficos y de Kaluza-Klein. La investigación sugiere que la violación CPT emerge como consecuencia del flujo de información desde el futuro hacia el presente, abriendo nuevas vías para la unificación de la mecánica cuántica y la gravitación. La elección entre medición de: Sabor (mesón o anti mesón) o CP (corta o larga vida), se realiza mediante conmutación rápida, y la decisión se toma después del decaimiento o detección del mesón compañero. Esta configuración experimental permite investigar si la elección futura de la base de medición puede influir retroactivamente en la evolución pasada del sistema. Presentamos una integración sofisticada de múltiples dominios físicos: física de partículas de altas energías, fundamentos de mecánica cuántica, y geometría diferencial. La conexión propuesta entre topología, retrocausalidad y violación CPT representa una contribución teórica original que va más allá de los enfoques convencionales. Cerrando con tres mecanismos independientes: unitaridad, topología, y estadística, que garantizan la conservación de magnitudes físicas relevantes, incluso en presencia de violación explícita de CPT. El trabajo proporciona ejemplos concretos, demostraciones formales y sugerencias experimentales, constituyendo un material de referencia para cursos universitarios avanzados de física teórica.

[1] C. Antiba, Retroactive Detection of Quantum Modulations Using the Wheeler Delayed Choice Experiment, ResearchGate, 2025.

[2] C. Antiba, Temporal Quantum Self-Entanglement: A Holographic and Relativistic Framework, ResearchGate, 2025.

[3] C. Antiba, Temporal Quantum Symmetry Breaking and Retrocausality in a Kaluza-Klein Framework, ResearchGate, 2025.

[4] C. Antiba, Conservations Without Symmetries, ResearchGate, 2025.

339. Un elefante ocupa mucho espacio o series divergentes en mecánica cuántica

Asorey Celeste Nahir¹, Christiansen Murgurizur Santiago², Manzo Lucas², Miloni Octavio¹, Pisani Pablo², Wainstein Haimovichi Ulises²

¹ Universidad Nacional de La Plata (UNLP)

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

Uno de los resultados más notables de la electrodinámica cuántica es la verificación de la constante de estructura fina en unas diez cifras significativas. Este cálculo se realiza mediante los diagramas de Feynman, que permiten construir una serie perturbativa. Sin embargo, esta serie es divergente. ¿De qué manera se extrae un valor numérico de una serie que no converge?

En mecánica cuántica el uso de series perturbativas también es frecuente. Uno de los ejemplos más estudiados es el cálculo de la energía del estado fundamental en un potencial cuártico con dos mínimos degenerados. La dependencia de esta energía con la constante de acoplamiento no es analítica ¿Cómo es posible entonces representarla por una serie de potencias?

Tanto en mecánica cuántica como en teoría cuántica de campos las series perturbativas son, en general, divergentes. No obstante, ellas permiten calcular cantidades físicas, incluso aquellas relacionadas con fenómenos no perturbativos. Las trans-series proporcionan un marco adecuado para estudiar de manera unificada los desarrollos perturbativos y no perturbativos asociados a un problema físico. Las trans-series organizan las series divergentes asociadas con los distintos sectores topológicos y la teoría de resurgencia las relaciona entre sí mediante las *bridge equations*. De esta manera se puede extraer de la serie perturbativa toda la información sobre las correcciones alrededor de los instantones. Estas relaciones están basadas en el comportamiento de las transformadas de Borel en torno de sus singularidades.

En este trabajo estudiamos problemas en mecánica cuántica cuyas energías están descritas por trans-series que contienen términos no perturbativos. Sin embargo, en estos problemas la serie perturbativa es convergente de modo que su transformada de Borel es una función entera, sin singularidades. Esto plantea la pregunta acerca de la existencia de relaciones entre los distintos sectores no perturbativos e invita a adaptar las herramientas de la teoría de resurgencia a este tipo de problemas.

340. Funciones de correlación en el modelo de Curci-Ferrari

Barrios Nahuel¹

¹ *Instituto de Física, Facultad de Ingeniería, Universidad de la República de Uruguay (UDEAR)*

A pesar de estar ligado con problemas como el del confinamiento de quarks y gluones y el de la generación de masa hadrónica, el régimen de bajas energías de la Cromodinámica Cuántica (QCD) aún no es entendido completamente. En esta charla introduciré un modelo que, durante los últimos 15 años, ha demostrado ser capaz de describir de forma precisa algunas cantidades sensibles al régimen de bajas energías de la QCD. Se trata del modelo de Curci-Ferrari que, inspirado en resultados de simulaciones numéricas para el propagador del gluón, añade un término de masa a la acción que se usa usualmente para tratar el régimen de alta energía de la QCD. Durante la charla, presentaré la motivación para trabajar con este modelo y algunos de sus resultados relativos a funciones de correlación a dos, tres y cuatro puntos.

341. Impacto de la parametrización de la función de pérdida de energía en la simulación de la emisión de radio de cascadas atmosféricas extensas.

Bertero Maria Eugenia¹, Tueros Matías²

¹ *Universidad Nacional de La Plata (UNLP)*

² *Instituto de Física de La Plata (IFLP)*

La técnica de detección de rayos cósmicos y neutrinos de ultra-alta energía a partir de la radioemisión generada por cascadas atmosféricas extensas ya se ha consolidado como una herramienta de alta precisión [1]. Sin embargo, una de las mayores fuentes de incertidumbre sistemática en la reconstrucción de la energía del primario con esta técnica reside en la calibración absoluta de la señal. Esta calibración depende críticamente de las predicciones de los códigos de simulación, que deben modelar con gran exactitud los procesos físicos subyacentes.

La señal de radio es generada por el movimiento colectivo de electrones y positrones en la cascada

y resulta coherente en la banda de VHF (30-300 MHz) [1]. El desarrollo de la cascada, y por ende la amplitud del campo eléctrico resultante, está directamente gobernado por la forma en que estas partículas pierden energía en la atmósfera. En este trabajo, investigamos cuantitativamente cómo diferentes modelos de la pérdida de energía por ionización (stopping power) impactan en la radioemisión simulada.

Utilizando el código ZHAireS [2], realizamos un estudio sistemático variando la función de pérdida de energía, aplicando un factor de escala global (lossrate factor) para evaluar la sensibilidad general del sistema e implementando una nueva función que emula el tratamiento más detallado del código EGS4 [3].

Presentamos resultados que muestran cómo estas variaciones afectan la distribución espectral de las señales y la distribución lateral de la amplitud del campo eléctrico en diferentes frecuencias. Nuestros hallazgos indican que modificaciones del orden del 10% en la pérdida de energía pueden generar desviaciones de hasta un 2.5% en el campo eléctrico simulado y un 5% en la cantidad de energía radiada. Este estudio constituye un aporte relevante en la cuantificación y mitigación de una de las principales fuentes de incertidumbre sistemática del método, lo que contribuirá a mejorar la precisión de la escala de energía en observatorios actuales como el Observatorio Pierre Auger [4] y futuros proyectos como GRAND [5].

[1] F. G. Schröder, 470 Prog. Part. Nucl. Phys. 93 (2017) 1.

[2] J. Álvarez-Muñiz, W. R. Carvalho Jr. and E. Zas, Astropart. Phys. 35 (2012) 325.

[3] W. R. Nelson (SLAC), H. Hirayama (KEK, Tsukuba), D. W. O. Rogers (CRPP, Ottawa). The Egs4 Code System. <https://inspirehep.net/literature/220592>.

[4] A. Aab et al, Phys. Rev. Lett. 116 (2016) 241101.

[5] J. Álvarez-Muñiz et al, Sci. China Phys. Mech. Astron. 63 (2020) 219501.

342. Influencia de la masa del gluon en estados de tetraquark no relativistas

Bortagaray Sofia¹, Peláez Marcela¹, Benítez Florencia¹

¹ Universidad de la República de Uruguay (UDEAR)

La materia que conocemos está formada por partículas subatómicas llamadas quarks, que se agrupan para formar hadrones. Los hadrones se dividen en mesones (formados por un quark y un antiquark) y bariones (formados por tres quarks). Estos últimos constituyen los protones y neutrones en los núcleos atómicos.

Esta investigación se centra en la formación de hadrones exóticos, específicamente los tetraquarks (estados de cuatro quarks). Los tetraquarks se consideran exóticos debido a la escasez de partículas candidatas detectadas.

Utilizamos un modelo de bajas energías para la interacción fuerte que incluye masa para los gluones, las partículas mediadoras de dicha interacción. La inclusión de la masa del gluon permite realizar cálculos analíticos para determinar el potencial de interacción entre los quarks y, a partir de este, calcular las posibles masas de los tetraquarks.

En el póster se presenta un avance de los resultados obtenidos hasta el momento. Al finalizar la investigación, usando la masa del gluon obtenida de estudios previos, se espera poder predecir los valores del espectro de los tetraquarks y también realizar el proceso inverso, es decir, estimar la masa del gluon a partir de los valores ya calculados para la masa de los tetraquarks.

343. Formulación afín nula de las ecuaciones de Einstein-Maxwell con fluidos nulos

Bridera Laura Ayelén¹, Gallo Emanuel^{2 3}

¹ *Facultad de Matemática, Astronomía, Física y Computación (FAMAF), Universidad Nacional de Córdoba (UNC)*

² *Instituto de Física Enrique Gaviola (IFEG), Córdoba Capital, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)*

³ *Grupo de Relatividad y Gravitación, Facultad de Matemática, Astronomía, Física y Computación (FAMAF), Universidad Nacional de Córdoba (UNC)*

En este trabajo presentamos las ecuaciones de Einstein-Maxwell en la formulación afín nula [1,2,3], que incluyen fluidos nulos cuya radiación se propaga hacia el infinito nulo futuro. Como aplicación, mostramos cómo pueden obtenerse diversas soluciones tipo Vaidya para agujeros negros cargados a partir de dichas ecuaciones. Una de las principales ventajas de esta formulación es que permite escribir las ecuaciones de Einstein de forma jerárquica, resolviéndolas secuencialmente. Además, facilita el uso de coordenadas regulares tanto en el horizonte de los agujeros negros como en toda la región externa (incluyendo el infinito nulo futuro, mediante una adecuada compactificación de Penrose), así como en una porción del interior del horizonte de eventos.

[1] T. Mädler and E. Gallo, Phys. Rev. D 112 (2025) 024056.

[2] T. Mädler, R. Gannouji and E. Gallo, Phys. Rev. D 111 (2025) 124015.

[3] E. Gallo et al, Phys. Rev. D 104 (2021) 084048.

344. Producción de ondas gravitatorias en el universo temprano

Ciccarella Tomás Alejandro¹, Mirón Granese Nahuel Omar^{2 1 3}

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

² *Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)*

³ *Instituto de Física de Buenos Aires (IFIBA)*

El modelo cosmológico estándar incluye un período de *inflación* que resuelve el problema del horizonte en el fondo cósmico de microondas (CMB). Tras esta etapa, el *recalentamiento* conecta la inflación con la era de radiación, permitiendo posteriormente la nucleosíntesis primordial (BBN). Durante este período, el inflatón decae para generar la materia del universo mediante procesos que generan inhomogeneidades, los cuales a su vez producen ondas gravitacionales (GWs) [1,2]. En este trabajo estudiamos las características del espectro de GWs generado para distintos modelos de recalentamiento y los mecanismos físicos involucrados. Esto mismo, se realiza a partir de utilizar tanto estimaciones teóricas como los más actuales códigos de lattice para universos en expansión tal como es CosmoLattice [3] con el objetivo de:

- (i) Identificar los procesos físicos que generan perturbaciones tensoriales (GWs),
- (ii) Modelar su evolución tras entrar al horizonte cósmico, y
- (iii) Predecir el espectro de energía medido hoy ($\Omega_{\text{gw}}(f)$) y evaluar su viabilidad en detectores como LISA o redes de temporización de púlsares (PTAs).

[1] C. Caprini and D. G. Figueroa, Class. Quantum Grav. 35 (2018) 163001.

[2] M. Maggiore, *Gravitational Waves: Volume 2, Astrophysics and Cosmology*, Oxford University Press (2018).

[3] D. G. Figueroa, A. Florio, F. Torrenti and W. van der Schee, Comput. Phys. Commun. 283 (2023) 108586.

345. Espectro y decaimientos de mesones no relativistas

Germán Lucía^{1 2}, Duarte Lucía^{1 2}, Peláez Marcela^{1 2}

¹ *Universidad de la República de Uruguay (UDELAR)*

² *Sociedad Uruguaya de Física (SUF)*

En mi proyecto de tesis de maestría nos proponemos estudiar un problema que involucra la interacción de las fuerzas nucleares fuerte y electrodébil, las fuerzas fundamentales de la naturaleza a escala sub-atómica.

Como estados ligados de quark y anti-quark, los mesones son sistemas donde la acción de la fuerza fuerte se encuentra en su régimen de bajas energías, que presenta varios problemas abiertos para la física teórica, en particular el hecho de que los quarks y los gluones (partículas que sienten la fuerza fuerte) no aparecen en la naturaleza libres sino formando hadrones: el llamado problema del confinamiento.

Nuestro trabajo aborda el estudio del límite no relativista de la formación de mesones de masa media como el charmonium y el bottonium y sus decaimientos tanto de origen electrodébil como hadrónicos. Para esto estudiaremos los estados ligados de un quark con un anti-quark, resolviendo la ecuación de Dirac con un potencial que incluye la masa del gluón y el comportamiento lineal asociado al confinamiento. Una vez construidos los estados ligados, se estudiarán los decaimientos posibles para luego comparar los resultados con los valores publicados en la literatura de diversos observables. Los ajustes permitirán acotar la región de parámetros de teorías de la interacción fuerte que incluyen gluones con masa y han tenido buenos resultados en la descripción de situaciones donde la fuerza fuerte se encuentra en el régimen de bajas energías. En este trabajo presentaremos los avances del proyecto, en particular la resolución numérica de la ecuación de Dirac para el potencial de Yukawa con un término lineal motivado por el confinamiento, teniendo en cuenta la masa del gluón. Utilizando esta resolución, calculamos el espectro y las constantes de decaimiento de los mesones y mostramos el ajuste con los datos experimentales.

346. Física de neutrinos pesados en colisionadores de partículas

Guillenea Agustin¹

¹ *Sociedad Uruguaya de Física (SUF) , Universidad de la República de Uruguay (UDELAR)*

Física de neutrinos pesados en colisionadores de partículas es un proyecto de física de partículas, en el que pretendemos contribuir al conocimiento del origen de las masas de los neutrinos, partículas elementales que son las segundas más abundantes en el universo luego de los fotones y se producen en las interacciones radioactivas en estrellas, supernovas, en reactores nucleares, en la atmósfera y en la radioactividad natural en nuestro planeta. La existencia de estas masas requiere ampliar el Modelo Estándar de la física de partículas para su comprensión. Una opción es la extensión efectiva del Modelo Estándar (ν SMEFT), que además de incluir términos de masa para los neutrinos y de proporcionar un mecanismo que explica la magnitud de las masas de los neutrinos conocidos (mecanismo Seesaw), incluye términos de interacción de los neutrinos pesados con las demás partículas del Modelo Estándar mediante operadores efectivos. Estas interacciones darían lugar a nuevos procesos observables en colisionadores de partículas como el LHC. Nuestro grupo viene trabajando en esta línea de investigación desde hace una década, en la que hemos logrado grandes avances en la implementación numérica de la teoría efectiva y el estudio de la fenomenología de los neutrinos pesados mediante simulaciones de experimentos en colisionadores de partículas. En el proyecto mencionado, nos proponemos hacer cálculos actualizados de los decaimientos de los neutrinos pesados y realizar un recasting (re-interpretación) de datos existentes de experimentos del LHC para interpretarlos en términos de los operadores de la teoría efectiva. El objetivo de este tipo de investigación es entender cómo se apartan las predicciones de la teoría efectiva con neutrinos pesados respecto a las predicciones

del Modelo Estándar y así restringir los valores posibles de los parámetros de la teoría en función de los resultados experimentales. En este poster buscamos presentar la ν SMEFT y los avances del proyecto.

347. Series divergentes en física y matemática: el efecto Casimir desde la perspectiva de Tao

Helou Lucia Nebai^{1 2 3 4}, Mazzitelli Francisco Diego^{1 2}

¹ *Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA)*

² *Centro Atómico Bariloche (CAB)*

³ *Instituto Balseiro (IB), San Carlos de Bariloche*

⁴ *Universidad Nacional de Cuyo (UNCuyo), Mendoza Capital*

El efecto Casimir, un fenómeno físico ligado a la energía del vacío cuántico, involucra series divergentes que requieren regularización mediante la introducción de funciones de suavizado o cutoff. Este procedimiento, ampliamente utilizado en teoría de campos, permite dar significado a expresiones formalmente infinitas y calcular resultados físicos observables. Por otro lado, en un desarrollo puramente matemático, T. Tao propuso un método para sumar ciertas series divergentes, entre ellas la serie que surge en el cálculo de la energía de Casimir en una dimensión para campos no masivos, basado en el concepto de sumas suavizadas. El método consiste en reemplazar el cutoff abrupto (correspondiente a las sumas parciales de la serie) por una función de suavizado $\eta(x)$, extraer sistemáticamente la parte divergente mediante un desarrollo asintótico, y aislar la parte finita, típicamente asociada a la función ζ de Riemann. En este trabajo, generalizamos el método de Tao para sumar las series que surgen en el cálculo de la energía de Casimir en más de una dimensión y para campos masivos. De este modo, el esquema de sumas suavizadas de Tao no solo unifica técnicas clásicas de regularización en teoría de campos, sino que ofrece un procedimiento riguroso y flexible para tratar series divergentes en teorías de mayor complejidad. Por otra parte, inspirados en las sustracciones que se realizan al calcular la energía de Casimir, proponemos un nuevo método de sumabilidad para series en las que el método de Tao no es aplicable.

348. Restricciones de la simetría conforme en el marco del desarrollo en gradientes del grupo de renormalización no perturbativo

Ibañez Jorge¹, De Polsi Gonzalo², Tissier Matthieu³

¹ *Facultad de Ingeniería, Universidad de la República de Uruguay (UDELAR)*

² *Facultad de Ciencias, Universidad de la República de Uruguay (UDELAR)*

³ *Sorbonne Université, CNRS, Laboratoire de Physique Théorique de la Matière Condensée*

En el régimen crítico de sistemas mecánico-estadísticos, las cantidades termodinámicas siguen leyes de potencia en algún parámetro de control, debido a la interacción efectiva del sistema en todas las escalas, perdiendo parcialmente memoria de la física microscópica y volviéndose invariante de escala. En general, esta invarianza viene acompañada de invarianza ante el grupo más general de transformaciones que conservan los ángulos, denominada invarianza conforme. El grupo de renormalización no perturbativo, una versión moderna del grupo de renormalización de Wilson, es un marco teórico desarrollado para estudiar esta fenomenología. En este marco, un esquema de aproximación destacado es el desarrollo en gradientes, que ha demostrado ser muy preciso en el cálculo de propiedades críticas. A pesar de esto, el grupo de renormalización no perturbativo y sus esquemas de aproximación son relativamente nuevos y aún no se ha estudiado en profundidad en este marco la invarianza conforme.

En este trabajo se estudió el régimen crítico de la teoría escalar ϕ^4 , que modela el comportamiento crítico de sustancias puras, en el marco del grupo de renormalización no perturbativo. Para esto, se analizaron un conjunto de restricciones provenientes de la invarianza conforme que son violadas al implementarse el desarrollo en gradientes. En particular, se estudió cómo varía la violación de las mismas con el orden del esquema de aproximación.

349. Desarrollo de un monitor de radiofrecuencias de bajo costo para la prospección de sitios de observación de rayos cósmicos y neutrinos.

Iribarren Juan I.¹, Tueros Matías J.^{1 2}

¹ *Universidad Nacional de La Plata (UNLP)*

² *Instituto de Física de La Plata (IFLP)*

Se presenta el desarrollo y prueba de un monitor del espectro de radiofrecuencias de muy bajo costo. Utilizando Python se diseñó un software capaz de controlar y registrar periódicamente la lectura de una radio definida por software [1] (SDR, por sus siglas en inglés). En un SDR los componentes tradicionalmente contruidos en hardware —como moduladores, demoduladores, filtros y detectores— son implementados mediante software, lo que permite una mayor flexibilidad y reconfigurabilidad. Su bajo consumo energético les permite operar de forma autónoma alimentados por una batería o un pequeño panel solar, permitiendo su uso en lugares remotos y de difícil acceso. Esto los convierte en una herramienta útil para identificar sitios con potencial para la instalación de radioobservatorios.

El monitor de espectro de radiofrecuencias desarrollado en este trabajo fue concebido específicamente para la prospección de sitios para grandes experimentos de astropartículas, con especial foco en el proyecto GRAND [2] (Giant Radio Array for Neutrino Detection) y su etapa de búsqueda de locaciones en Argentina. Al ingresar en la atmósfera, los rayos cósmicos y los neutrinos de ultra-alta energía pueden producir una cascada de partículas. El paso de estas partículas cargadas por la atmósfera genera radiación electromagnética que puede ser detectada con antenas de radio en el rango de VHF (30-300 MHz) [3]. El éxito de esta técnica depende críticamente de la elección de sitios de observación con niveles muy bajos de interferencia de radiofrecuencia de origen antropogénico. La caracterización del ambiente electromagnético es, por lo tanto, un paso fundamental y obligatorio en la selección de dichos sitios.

Las prestaciones del instrumental utilizado condicionan ampliamente las características del monitoreo que puede realizarse. El ancho de banda del SDR y el potencial de cómputo disponible determinan el periodo mínimo de muestreo. El rango de frecuencias del SDR condiciona el rango de frecuencias que se puede analizar y la antena, así como eventualmente un amplificador, determinan la sensibilidad. Dentro de esos márgenes, el software permite que el usuario determine varias características del monitoreo: Rango de frecuencias, resolución, ganancia, periodo de muestreo, etc. También permite promediar un número arbitrario de espectros mejorando ampliamente la relación señal/ruido y reduciendo la cantidad de memoria necesaria para guardar el monitoreo. Obviamente, mayores prestaciones implican un mayor costo. Este trabajo explora qué resulta posible realizar con los dispositivos de más bajo costo disponibles (50 - 250 USD) [4,5]. El prototipo desarrollado ha sido probado exitosamente en condiciones de campo, demostrando su fiabilidad y capacidad para caracterizar de manera continua el espectro de interferencias de radiofrecuencias local. Este sistema representa una herramienta potente, accesible y altamente escalable para la evaluación sistemática de la calidad de radio de potenciales sitios de observación. Esto facilitará una toma de decisiones informada para la instalación de futuros observatorios de astropartículas de ultra alta energía en nuestro país.

Versión digital: <https://github.com/jiiribarren00/SDRSpectrumAnalyzer>

- [1] C. Laufer, E. J. Hoffman (2015). The Hobbyist's Guide to the RTL-SDR: Really Cheap Software Defined Radio. Scotts Valley, CA, USA: CreateSpace Independent Publishing Platform.
- [2] J. Alvarez-Muñoz et al, Sci. China Phys. Mech. Astron. 63 (202) 219501.
- [3] F. G. Schröder, 470 Prog. Part. Nucl. Phys. 93 (2017) 1.
- [4] RTL-SDR Blog. (n.d.). RTL-SDR Blog V4 Datasheet V1.0. Julio 2025.
- [5] SDRplay. (2024). RSPdx Multi-antenna port 14-bit SDR v1.4. Julio 2025.

350. Estudio perturbativo de los propagadores de la teoría de Yang-Mills en el infrarrojo

Ma Huang Roberto¹

¹ *Instituto de Física de la Facultad de Ingeniería, Universidad de la República de Uruguay (UDELAR), Sociedad Uruguaya de Física (SUF)*

En trabajos previos, se ha explorado la dinámica del gluón en el régimen infrarrojo (IR) utilizando un modelo que coincide con el modelo de Curci-Ferrari en el gauge de Landau [1,2]. Este modelo incorpora un término adicional en el lagrangiano de Faddeev-Popov para tener en cuenta los efectos de las copias de Gribov. A pesar de que este lagrangiano modificado ya no exhibe la simetría BRST, ha demostrado una notable concordancia con las simulaciones del lattice para las funciones de correlación de dos puntos del gluón y del ghost. En este póster, presentaré los resultados a 1-loop para estas funciones de correlación. Demostraré que muestran un excelente ajuste con los resultados del lattice en todas las escalas, lo que valida el uso de la teoría de perturbaciones para el estudio de las bajas energías.

- [1] M. Tissier and N. Wschebor, Phys. Rev. D 82 (2010) 101701.
- [2] M. Tissier and N. Wschebor, Phys. Rev. D 84 (2011) 045018.

351. Desarrollo de un arreglo experimental para la caracterización del sistema de lectura de la cámara bolométrica propuesta para la próxima generación del instrumento QUBIC

Manterola Franco David¹, Hampel Matías Rolf¹, Ferreyro Luciano Pablo¹, García Manuel¹

¹ *Instituto de Tecnologías en Detección y Astropartículas (ITeDA), Universidad de Buenos Aires (UBA), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Universidad Nacional de Gral. San Martín (UNSAM), Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA)*

El Fondo Cósmico de Microondas (CMB) es la luz más antigua del Universo, y sus patrones de polarización pueden revelar información importante sobre su origen, incluida la presencia de ondas gravitacionales de la época inflacionaria. Un efecto observable de este período es la generación de modos de polarización E y B en el CMB. El objetivo del proyecto QUBIC (Q & U Bolometric Interferometer for Cosmology) [1] es medir los modos B mediante un nuevo tipo de radiotelescopio, formado por un telescopio interferómetro dentro de un criostato. La detección de estos patrones de polarización constituiría una evidencia empírica de la existencia de la etapa inflacionaria.

El Instituto de Tecnologías en Detección y Astropartículas (ITeDA) está proponiendo una nueva cámara para este radiotelescopio, cuyos detectores son bolómetros acoplados a antenas. Cada bolómetro de la cámara está conectado a un canal de entrada diferente de un multiplexor SQUID (Superconducting Quantum Interference Devices) de microondas μ Mux [2,3]. El resonador de cada canal del μ Mux está débilmente acoplado a una línea de transmisión de microondas en común y tiene una frecuencia de resonancia única en el rango de GHz. Esta configuración permite la implementación de una técnica de multiplexación por división de frecuencia para la lectura. Una

línea común de rampa de flujo, que generalmente lleva un patrón de diente de sierra, lineariza la respuesta del rf-SQUID de manera que las señales del detector aparecen como cambios en la fase de la señal modulada por la rampa de flujo [3].

Debido a que a la propuesta para la nueva cámara aún no cuenta con un detector fabricado, el objetivo de este trabajo fue fabricar un dispositivo experimental que permita simular el comportamiento de un bolómetro ante la observación del cielo y estimular al sistema de lectura de la cámara con dicha señal para evaluar su comportamiento. Se estudió la respuesta del sistema al estimularlo con una rampa de flujo y una señal de baja frecuencia que emule ser la salida de un detector y se logró reconstruir, mediante la demodulación de fase por cuadratura, la señal del detector.

[1] The QUBIC collaboration, Journal of Cosmology and Astroparticle Physics 2022 (2022) 034.

[2] J. A. B. Mates, G. C. Hilton, K. D. Irwin, L. R. Vale and K. W. Lehnert, Applied Physics Letters 92 (2008) 023514.

[3] H. McCarrick et al, The Astrophysical Journal 922 (2021) 38.

352. Mecánica cuántica en espacios con borde

Manzo Lucas¹

¹ Instituto de Física de La Plata (IFLP) Ciudad de La Plata

En cursos introductorios de mecánica cuántica, es habitual encontrarse con problemas de pozos de potencial infinitos en los cuales se busca resolver la ecuación de Schrödinger para una partícula en su interior. Estos pozos son las situaciones más sencillas donde aparecen bordes por primera vez. Matemáticamente, el problema consiste en resolver la ecuación de Schrödinger imponiendo condiciones de contorno Dirichlet (es decir, que se anule la función de onda) en las paredes del pozo.

A pesar de que estos problemas suelen ser de los primeros que uno se encuentra al aventurarse en el mundo de la física de los fenómenos cuánticos, rara vez se vuelven a encontrar situaciones donde existan bordes. Más aún, al avanzar en el estudio de estas áreas de la física, comienza a ser de vital importancia una herramienta de cálculo que captura perfectamente la esencia de los fenómenos cuánticos: la integral de caminos (también conocida como integral funcional). Esta herramienta, desarrollada por R. P. Feynman en 1948 (fue previamente propuesta por P. A. M. Dirac en 1933), ha permitido abordar una innumerable cantidad de situaciones físicas en mecánica cuántica. De hecho, es una herramienta que puede ser generalizada para estudiar teorías cuánticas de campos, donde la misma cumple un rol vital en el estudio de teorías no abelianas (tales como la cromodinámica cuántica). A pesar de todos estos grandes logros, no existe en la actualidad una formulación de las integrales de camino para situaciones en las que el espacio posea bordes.

En el presente trabajo se resumirán los problemas habituales que surgen al intentar estudiar la mecánica cuántica en espacios con borde, haciendo foco sobre aquellos problemas que aparecen al intentar formular una integral de caminos. Se presentarán también dos técnicas, surgidas durante las dos últimas décadas en el contexto del formalismo línea de mundo (WLF) de la teoría cuántica de campos, que permiten “esquivar” la necesidad de una formulación precisa de estas integrales: el método de las imágenes y el método de potenciales delta. Se resumirá el estado del arte actual de ambas técnicas.

353. Perturbaciones conformes de la métrica y término de borde como fuente física

Musmarra Juan Ignacio^{1 2}, Hernandez Jimenez Rafael³, Moreno Gonzalez Claudia³

¹ *Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMdP)*

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

³ *Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías (CUCEI), Guadalajara, México*

En el marco del formalismo de la Geometría Cuántica Relativista, donde la constante cosmológica se interpreta como una variable dinámica con origen geométrico, derivada de un flujo definido en la frontera de una variedad, se establece una relación entre las perturbaciones del tensor de Ricci y del tensor métrico. A partir de esta construcción, se propone un enfoque para las perturbaciones del tensor métrico que permite imponer las ecuaciones de Einstein sobre cantidades perturbadas obtenidas mediante transformaciones conformes. Esto conduce a una expresión funcional del parámetro cosmológico Λ en términos del parámetro $\bar{\Lambda}$ asociado a la variedad perturbada. Utilizando las ecuaciones obtenidas, se desarrolla un modelo cosmológico basado en la métrica de Friedmann-Lemaître-Robertson-Walker sin curvatura espacial, ajustando los parámetros libres con datos observacionales del parámetro de Hubble y supernovas tipo Ia. El modelo resulta estadísticamente comparable al escenario Λ CDM, aunque el análisis conjunto produce un valor más bajo para la constante de Hubble, $H_0^{\text{Conformal}} = 69,80, \text{Km, s}^{-1}, \text{Mpc}^{-1}$, frente al valor $H_0^{\Lambda\text{CDM}} = 70,52, \text{Km, s}^{-1}, \text{Mpc}^{-1}$. Se identifica una singularidad cuando el factor conforme $\Xi^2 = 2$, lo que lleva a un universo temprano dominado únicamente por materia, un escenario que no describe adecuadamente la evolución cosmológica. A pesar de estas limitaciones, se mantiene viable un escenario específico dentro del modelo. Este estudio busca aportar una nueva perspectiva sobre la aceleración del universo y abordar cuestiones fundamentales de la cosmología contemporánea.

354. El modelo de Curci-Ferrari minkowskiano

Oribe Santiago¹

¹ *Universidad de la República de Uruguay (UDELAR)*

La interacción nuclear fuerte es la responsable de mantener unidos a protones y neutrones en el interior de los núcleos atómicos. Su papel es esencial para la estabilidad de los núcleos y, por ende, para la existencia de la materia tal como la conocemos. Esta fuerza es particularmente compleja, ya que a nivel fundamental actúa entre quarks, partículas que no pueden aislarse de forma individual. Nuestro grupo de investigación trabaja con un modelo que incorpora un término de masa para los gluones, las partículas mediadoras de esta interacción. Este comportamiento masivo, respaldado por simulaciones numéricas, permite abordar la teoría de manera analítica en el régimen de bajas energías, donde usualmente no se dispone de herramientas perturbativas confiables. Además, este enfoque revela que la intensidad de la interacción entre gluones es de magnitud moderada. A lo largo de estos años, hemos desarrollado varios cálculos perturbativos en espacio euclídeo que logran reproducir con gran precisión los resultados de las simulaciones numéricas para las funciones de correlación. El modelo empleado, que constituye un caso particular del modelo de Curci-Ferrari, permite además identificar trayectorias del grupo de renormalización libres de polos de Landau (infrared-safe, IS), lo que las hace compatibles con un tratamiento perturbativo. En el trabajo que presentamos, exploramos posibles extensiones de estas trayectorias IS hacia la región time-like. Analizamos dos posibles extensiones del esquema IS. La primera extensión utiliza factores de renormalización reales y conduce a un flujo en la región temporal que tiene una estructura similar a la del flujo en la región espacial (modelo euclídeo), que incluye un punto fijo no trivial y una familia de trayectorias acotadas a todas las escalas por el valor de la constante de acoplamiento en el dicho punto fijo. La segunda extensión utiliza factores de renormalización complejos y está motivada por el hecho de que el primer esquema

estudiado no permite conectar la parte espacial y la parte temporal del flujo. Estudiamos bajo qué condiciones tiene sentido plantear este esquema y cómo permite conectar las dos regiones. En particular, vimos qué tipos de trayectorias temporales corresponden a las trayectorias espaciales perturbativas.

355. Perturbaciones fuera de equilibrio en estrellas híbridas y su impacto en las configuraciones de ramas estables

Canullan-pascual Martín Oscar^{1 2}, Mauro Mariani^{1 2}, Ranea-sandoval Ignacio Francisco^{1 2}, Lugones Germán³, Orsaria Milva Gabriela^{1 2}

¹ *Grupo de Astrofísica de Remanentes Compactos, Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas (FCAG), UNLP*

² *Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)*

³ *Universidad Federal do ABC*

Nuestro reciente estudio sobre materia nuclear densa ha mostrado que las oscilaciones fuera del equilibrio químico pueden extender la rama estable de las estrellas hadrónicas. Basándonos en estos resultados, exploramos la posibilidad de que efectos similares ocurran en estrellas híbridas (EHs), compuestas por materia hadrónica en el núcleo externo y materia de quarks en el núcleo interno. La ecuación de estado hadrónica que utilizamos incluye nucleones, hiperones y resonancias Delta, y se analizan perturbaciones a la misma tanto en equilibrio químico como en composición congelada. Para el núcleo de quarks, asumimos perturbaciones que preservan equilibrio químico completo, dado el carácter rápido de las reacciones relevantes. Mediante el cálculo de los índices adiabáticos y las frecuencias de los modos radiales de oscilación, analizamos si, bajo estas condiciones, la transición brusca a materia de quarks puede dar lugar a EHs estables más allá de la configuración de masa máxima en la curva masa-radio de EHs, tanto en el régimen lento como en el rápido de conversión hadrón-quark. Esta investigación tiene como objetivo dilucidar el papel del (no)equilibrio químico en la formación de ramas estables extendidas de EHs.

356. Diseño de un portamuestras calefaccionado para la caracterización de materiales superconductores

Rodríguez T.¹, Schlottmann I.¹, Hampel M.^{2 3}, Petriella E.^{2 3}

¹ *Universidad de Buenos Aires (UBA)*

² *Instituto de Tecnologías en Detección y Astropartículas (ITeDA)*

³ *Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)*

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 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 instalada y en operación de prueba en Altos Chorrillos, cerca de San Antonio de los Cobres, provincia de Salta, a una altitud de 4820 m s. n. m.

Para la fabricación de los bolómetros se emplean materiales superconductores, cuya caracterización en función de la temperatura resulta de gran interés. Por ejemplo, se busca determinar la tem-

peratura crítica o la corriente crítica en función de la temperatura. Los materiales más utilizados son Aluminio y Niobio. En el ITeDA se realizan caracterizaciones de estos materiales dentro de un criostato, el cual opera mediante un método denominado refrigeración por dilución. Este método requiere que el sistema alcance temperaturas por debajo de los 900 mK, lo que implica que, para caracterizar materiales como el Aluminio y el Niobio, que presentan transición superconductora a 1.2 K y a 9.2 K respectivamente, sea necesario sacar el criostato de su régimen operativo. Este procedimiento es costoso en tiempo y somete al criostato a ciclos térmicos no deseables.

Como solución a esto, con la finalidad de optimizar las condiciones experimentales, se propuso un portamuestras calefaccionado que permita caracterizar la transición de fase de las muestras de Aluminio y de Niobio, sin sacar al criostato del régimen operativo. Para esto, se trabajó con simulaciones térmicas, y se llevó a cabo una caracterización del poder de enfriamiento del criostato. El portamuestras, para poder realizar la caracterización térmica, debe contar con algún sistema para la medición de la temperatura. Con esta finalidad, se realizaron estudios sobre un resistor de película gruesa de óxido de rutenio. Estos resistores presentan un aumento en su valor de resistencia a temperaturas criogénicas (entre los 0.01 K a 10 K) [1], por lo que se evaluó la posibilidad de usarlas como termómetro.

[1] S. A. Myers, H. Li and G. A. Csáthy, *Cryogenics* 119 (2021) 103367.

357. Desarrollo de un telescopio de muones de adquisición rotacional para muongrafía

Carullo Bedia L.¹, Sequeira J.¹, Calderón Ardila R.^{2 3}, Hampel M. R.²

¹ *Universidad de Buenos Aires (UBA)*

² *Instituto de Tecnologías en Detección y Astropartículas (ITeDA)*

³ *Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)*

Presentamos los avances del desarrollo de un novedoso detector para muongrafía que realiza la adquisición rotando. De esta manera se puede medir en todas las direcciones, optimizando el tiempo de adquisición. Los muones son partículas con la misma carga que el electrón y 200 veces su masa. Cuando los rayos cósmicos llegan a la atmósfera terrestre, se producen muones como partículas secundarias. Estos muones tienen suficiente energía para llegar al nivel del mar y hasta penetrar varios metros de roca. Con un flujo de $1 \text{ min}^{-1} \text{ cm}^{-2}$, son una fuente de radiación natural constante, limpia y no ionizante [1]. La muongrafía es la disciplina que aprovecha esta fuente natural para realizar imágenes de una manera no invasiva [2]. Consiste en detectar la cantidad de muones que llegan a través del objeto de interés, para contrastarlo con el flujo de fondo. Mientras más denso es el material, menos muones son detectados, permitiendo realizar un análisis del contraste de densidades relativas [3]. Esto se puede hacer para el subsuelo terrestre, estructuras civiles [2], volcanes [4] y hasta sitios arqueológicos [5,6]. En general, las mediciones para muongrafía se realizan con telescopios de gran tamaño [7,8]. Si quieren usarse para determinar la distribución del ángulo cenital con el que llega el fondo de muones, se tienen que mover de manera discreta muy lentamente.

En este trabajo se desarrolló un telescopio de adquisición rotacional de menor tamaño ($1 \text{ m} \times 0.5 \text{ m} \times 0.3 \text{ m}$). El detector está basado en centelladores plásticos dispuestos en forma circular, contando con 8 pares enfrentados. Para que un muón sea detectado, tiene que generar una coincidencia entre los centelladores de un mismo par. Se construyeron mecanismos de rotación y alimentación del telescopio. En el momento de una coincidencia, el ángulo se midió con un sensor de rotación encoder-AS5600. En paralelo se desarrolló una simulación geométrica para contrastar los resultados de las mediciones del espectro angular.

El objetivo de este trabajo es, además de construir un telescopio de muones portátil, evaluar los

efectos de la rotación en la resolución angular efectiva. Un par de centelladores tiene resolución fija dada por su ancho y la distancia entre sus caras. Como las mediciones típicas de este espectro angular se realizan con detectores estáticos, se espera que el medir desde distintos puntos (dados por la rotación continua) mejore la precisión de estos resultados.

- [1] L. Bonechi, R. D'Alessandro and A. Giammanco, *Reviews in Physics* 5 (2020) 100038.
- [2] H. Tanaka et al, *Nature Reviews Methods Primers* 3 (2023) 88.
- [3] N. Lesparre et al, *Geophysical Journal International* 183 (2010) 1348.
- [4] A. Vesga-Ramírez et al, *Journal of South American Earth Sciences* 109 (2021) 103248.
- [5] L. Alvarez et al, *Science* 167 (1970) 832-839.
- [6] S. Procureur et al, *Nature Communications* 14 (2023) 1144.
- [7] M. Bahmanabadi et al, *NIMA* 916 (2019) 1.
- [8] A. Vásquez-Ramírez et al, *Journal of Instrumentation* 15 (2020) P08004.

358. Caracterización de la electrónica del detector subterráneo de muones del Observatorio Pierre Auger

Silva Pizzi Lautaro¹, Sánchez Federico²

¹ *Instituto de Tecnologías en Detección y Astropartículas (ITeDA), Universidad de Buenos Aires (UBA)*

² *Instituto de Tecnologías en Detección y Astropartículas (ITeDA), Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Universidad Nacional de Gral. San Martín (UNSAM)*

Este trabajo presenta la caracterización de la electrónica del detector subterráneo de muones del Observatorio Pierre Auger, con el objetivo de compatibilizar los datos medidos en el campo con datos simulados por el código oficial de la colaboración, a partir de mediciones de laboratorio y nuevas simulaciones. Para ello, empleamos dos enfoques complementarios: (1) caracterización experimental usando un analizador de redes vectorial (300 kHz–200 MHz) y una Red Pitaya (200 Hz–15 MHz), cubriendo las 64 configuraciones de ganancia del integrado Citiroc 1A (pre-amplificador y fast-shaper), junto con simulaciones en Ltspice; y (2) modelado de señales de fotones individuales (SPE, por *Single-Photo-Equivalent*) y de señales complejas de muones, formadas por la superposición de múltiples SPE.

Los resultados muestran que el pre-amplificador se comporta como filtro pasa-banda ancho (frecuencia de corte $(32.1 \pm 0.1) \times 10^6$ Hz) y el fast-shaper como filtro pasa-banda (pico en $(19.3 \pm 0.1) \times 10^6$ Hz), en concordancia con los datos del fabricante. No obstante, se identificaron dos discrepancias claves: (i) el pre-amplificador real presenta una mayor atenuación en comparación con la observada en las simulaciones a frecuencias superiores a los 30 MHz; y (ii) la distribución de “1’s” en las señales binarias generadas por los muones en las simulaciones coinciden con los datos experimentales para eventos con hasta ocho “1’s” consecutivos, pero no reproducen las señales de hasta quince “1’s” que se observan experimentalmente. Atribuimos esta falla principalmente al modelado insuficiente del *undershoot* del fast-shaper y a una imprecisa caracterización de los tiempos de decaimiento de los dopantes en las barras centelladoras.

359. Optimización del observable S_b para la discriminación de rayos gamma en SWGO

Hansen P. M.^{1 2}, Mariazzi A. G.^{1 2}, Melo D. G.³, Nellen L.⁴, Vergara Quispe I. D.^{1 2}

¹ *Universidad Nacional de La Plata (UNLP) La Plata (capital)*

² *Instituto de Física de La Plata (IFLP) La Plata (capital)*

³ *ITeDA (CNEA - CONICET - UNSAM), CAC - CNEA*

⁴ *Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM*

En el marco del futuro observatorio SWGO, orientado a la detección desde la superficie terrestre de rayos gamma de muy alta energía provenientes del espacio, es fundamental contar con herramientas capaces de distinguir entre lluvias de partículas originadas por rayos gamma y aquellas producidas por hadrones, mucho más abundantes. En este trabajo exploramos el uso del observable S_b , que combina la señal registrada por los detectores con su distancia al eje de la cascada. Este observable incluye un parámetro libre b , que se puede ajustar para mejorar la separación entre lluvias gamma y hadrónicas. Para ello, analizamos su desempeño en el arreglo previsto para SWGO, caracterizado por una geometría triangular y tres zonas con distinta densidad de instrumentación. Además, proponemos una forma de elegir el valor óptimo de b para cada evento, en función de su ángulo de llegada y tamaño. Esta estrategia incrementa significativamente el poder discriminador de S_b , consolidándolo como un observable clave en la identificación de rayos gamma en observatorios de superficie como SWGO.

ACTIVIDADES ADICIONALES

SUBCOMISIÓN DE ESTUDIANTES DE FÍSICA

En reunión de Comisión Directiva (CD) de la AFA de fecha 4 de Febrero de 2024, se aprobó la creación de la Subcomisión de Estudiantes de Física (SubEF). Esta iniciativa surge a partir del contacto con la IAPS (International Association of Physics Students), invitando a estudiantes de física de nuestro país a unirse a dicha asociación. Se espera que, bajo la órbita de la CD de AFA, la nueva SubEF participe en esa y otras instancias de interés directo de los estudiantes de grado y posgrado de nuestra disciplina.

Mesa redonda SubEF-AFA: Lunes 15 18:00–19:00 hs.

Aula -202, CPSK

Primeros pasos y futuro de la Subcomisión de Estudiantes de Física

Exponen: Sofía Perón Santana (*Facultad de Matemática, Astronomía, Física y Computación - UNC - CONICET*), Virginia Passeggi Veaute (*Facultad de Ingeniería Química, Universidad Nacional del Litoral*), Keila Tomás (*Universidad Nacional de Rosario*) y Mauro Granado (*Facultad de Ciencias Exactas - UNLP*).

Asamblea de la SubEF-AFA: Miércoles 17 17:30–18:30 hs.

Aula -202, CPSK

En la misma se tratarán los siguientes puntos:

- 1) Presentación de Listas de Candidatos: Exposición de las listas que se postulan para la elección de los nuevos representantes de la Subcomisión.
- 2) Elección de Coordinadores: Votación para la designación de los coordinadores, en estricto apego al reglamento electoral vigente.
- 3) Cierre y Proclamación de Resultados: Finalización de la asamblea y anuncio oficial de los nuevos representantes electos.

Más información de actividades de la subcomisión: [click aquí](#)

ENCUENTRO ARGENTINO DE MATERIA BLANDA

El Encuentro Argentino de Materia Blanda (MAB VIII) es un espacio de intercambio académico y científico dedicado a materiales blandos, física y química de sistemas complejos y nanotecnología aplicada. Esta edición se realizará en la ciudad de La Plata los días 18 y 19 de septiembre de 2025 como evento satélite de la 110^a Reunión de la Asociación Física Argentina.

Más información y detalles del evento: [click aquí](#)

AÑO INTERNACIONAL DE LA CIENCIA Y TECNOLOGÍA CUÁNTICA 2025

En 2025, el mundo celebra el Año Internacional de la Ciencia y Tecnología Cuántica (IYQ2025), declarado por las Naciones Unidas para destacar la relevancia de la ciencia cuántica y sus múltiples aplicaciones.

Desde Asociación Física Argentina (AFA) nos sumamos a esta iniciativa global, promoviendo actividades científicas, académicas y de divulgación que acerquen a la sociedad al conocimiento del impacto y las implicancias de esta disciplina.

¡Explorá, participá y descubrí el mundo de la CIENCIA Y TECNOLOGÍA CUÁNTICA con nosotros!

Más información y detalles del evento: [click aquí](#)

ÍNDICE ONOMÁSTICO

Abaca F, 339	Álvarez V, 83	Arrachea L, 284	Barrera M, 223
Abaca F M, 340	Alvarez Y, 209	Arreyes F, 277	Barrere N, 57
Abellán Lorenzo N S, 253	Alvarez-muniz J, 115	Arriaga F, 316	Barres de Almeida U, 16
Abraham Y, 57	Alvian Yañez R B, 300	Asamoah E N, 29	Barreto G, 43
Abramson G, 341	Alés A, 336	Asorey C N, 355	Barreto R A, 324
Abreu M, 32	Amado N E, 322, 323	Atucha, 122	Barrios N, 356
Acha C, 265	Amador A, 106, 349, 352	Aucar G A, 34, 156, 163	Barrios Pinares H F, 271
Acito Pino J N, 156	Amedo P, 179	Aucar J J, 35	Barrios Vargas J E, 353
Acosta A, 172	Amenta D, 195	Auffret S, 95	Barroso V C, 258
Acosta Coden D S, 209	Amy L, 92, 130	Ausilio F, 174	Bastida K, 235
Acosta E, 195	Andribet S, 344	Ávalos M, 152	Bavassi L, 347, 352
Acosta R H, 72, 160, 224, 243	Andrini L, 331	Aversa M, 97	Bazano F, 75
Agesta A, 124, 126, 127, 139	Andrés N, 55	Avila Carrero M A, 192	Bazerque Giusto J A, 76
Agoff E, 254	Angelomé P C, 254	Ávila G, 224	Bechthold P I, 291, 301
Agorio Grove L C, 76	Antiba C, 355	Avilés Félix L, 95, 253, 289	Bejarano C, 114
Aguilar A, 63, 254	Antillano M, 204	Azcárate J C, 161, 237, 319	Bekeris V, 266
Aguirre M A, 81, 237, 244	Antonel P S, 265		Belletti G D, 221, 313
Aguirre M C, 294, 308	Aon E, 50	Badenes M P, 132, 163	Bellino M G, 61
Aguirre M H, 95	Aparicio R R, 146, 195	Baigorria J, 32, 142	Bellomo G, 75
Aguirre Varela G, 286	Aqueveque Moreno C, 97	Baigorria J B, 246	Beltramini L, 193
Agüero M B, 200, 216	Aquino Passarello J, 141	Bailez L, 181, 183	Benary M, 169
Alaniz Montes A O, 134	Aragón Rodríguez A P, 26	Bajac D F E, 163	Benitez A N, 181, 182
Albanesi S, 79	Arana Villarroel R J, 323	Bajales Luna N, 254, 281, 317	Benito J, 189
Aldana F, 237	Aranguren S V, 324	Balducci F L, 28	Benítez F, 357
Alejandro G, 28, 159	Arapayú J A, 192	Balsamo T, 182, 256	Berdakin M, 264
Alet A I, 172	Araújo M, 215	Banchio A J, 85	Beretta P, 324
Algañaraz I G, 37, 125, 128, 132	Arbó D, 157, 158	Baneira M, 348	Bergallo Altamira M, 224
Aligia A, 93	Arce V, 127	Barba Maggi D G, 81, 244	Bergeret S, 310
Alliende González J A, 141	Arcondo B, 280	Barboza J M D, 157, 166	Bergero P E, 18, 332
Almeida C, 141	Ardenghi J S, 277	Barco G, 179	Bernal L, 145
Alonso Carra S, 265	Arena G, 145	Barella M, 240, 242	Bernardo A, 49
Alonso J A, 96	Aresi A, 172	Barilari A, 295	Berruet M, 202
Alonso Lemos M, 255	Argañaraz E, 174	Barja B, 67, 201	Bertero M E, 356
Alonso R E, 274	Arguello E R, 174	Barlari M, 157, 158	Bertolotto J A, 238
Alonso-suárez R, 130	Argüelles N B, 29	Barolin S, 148, 257	Bertone M, 259, 290
Álvarez L, 226, 235	Arias M M, 120	Barone Doallo F A, 223	Bertucci C, 187
Álvarez G A, 72	Arizmendi C M, 210	Barragán R, 126, 127, 139	Besso S, 127
Alvarez H A, 244, 345	Arlego M, 109	Barral M A, 273	Bettera Marcat M A, 85
Alvarez Reyna M, 137	Arlenghi A, 168	Barrangú J P, 210	Bilbao T, 141
Álvarez Serrano J J, 60	Arneodo Larochette P, 256	Barraza D A, 91	Blanco L J, 325
			Blanco Santacruz J A, 223
			Blesio G, 294
			Boaretto B R R, 106

Boette A, 213
 Bogner A, 149, 230
 Bolink H, 102
 Bonader Z N, 134
 Bonetto F, 191
 Bonetto F J, 268
 Bonetto M, 69, 211
 Bongiovanni M, 286
 Bonifacio Pulido K R, 80
 Bonilla J, 75
 Bonin C J, 268
 Bonnet N, 260
 Bonoli S F, 82
 Bonzi E, 125, 156
 Bordin J R, 345
 Borgarello F, 211
 Borgarello Gilabert A, 211
 Borra Santarcieri M, 261
 Borrazás C, 59, 66, 97
 Bortagaray S, 357
 Borzi R, 283, 314
 Bosch G, 223
 Bosyk G M, 75, 212
 Bottari G, 179, 187
 Bourdieu J N, 200, 216
 Bracamonte M V, 234
 Bragas A V, 194
 Bridera L A, 358
 Bridoux G, 91, 295, 296
 Brinatti Vázquez G D, 194
 Bringa E M, 40, 262
 Briozzo C B, 333
 Brito M E, 245
 Brizuela H G, 143
 Bruchhausen A, 95
 Brugevin L, 289
 Brunetti V N, 43
 Bruno L, 18, 251
 Bruno N, 47, 49
 Bruno P, 75
 Brusasco C G, 263
 Bruvera I, 143, 292
 Brué M, 234, 262
 Budini N, 181, 182, 203, 207
 Bujjamer J M, 67
 Bulnes F M, 326
 Bulus L, 289
 Buono P, 326
 Bussandri D, 212
 Bustingorry S, 328
 Bustos-marín R A, 271
 Butera A, 159, 253, 289, 299
 Buzzacchi M J, 40
 Cababie M, 121
 Cabalín A, 275

Cabana M F, 31, 143
 Cabanas J M, 145
 Cabeza G F, 259, 263, 287, 290, 299
 Cabrera A F, 312
 Cabrera M, 174
 Caiafa C F, 169
 Calandrón V M, 176
 Calderon A, 207
 Calderón A F N, 88
 Calderón Ardila R, 366
 Calisaya C D, 264
 Calvo H L, 264, 271
 Calvo M D, 80
 Calzetta E, 118
 Camargo S, 327, 334, 335, 351
 Campanella B I, 171
 Campero V, 224
 Campo M G, 239
 Campos V D V, 37, 224
 Candreva A, 270
 Canizares A, 96
 Canosa N, 73, 213
 Cantargi F, 85
 Cantarutti L, 118
 Cantero E, 39
 Canullan-pascual M O, 365
 Capelletti M A, 79
 Capeluto G, 204
 Capoulat M E, 48
 Cappelluti E, 100
 Cardelli A, 169
 Caridi I, 329, 330
 Carlevaro C M, 244, 345
 Carlevaro M, 251
 Carpinetti O, 272
 Carraro M P, 294
 Carraro P M, 308
 Carrasquero Colina M A, 159
 Carrillo M J P, 83
 Carullo Bedia L, 366
 Casaballe N, 126, 127, 139
 Casanovas M, 265
 Cases A, 37
 Castagnola A, 28
 Castillo Menegotto F, 266
 Castro F A, 134
 Castro J A, 267
 Castruccio N, 127
 Catania C, 262
 Catorano E V, 182
 Cattaneo F, 225
 Cattaneo M, 90
 Caucas V, 234, 262
 Cañellas U, 181, 183

Celman M, 268
 Cely-ortíz C A, 42, 169
 Cenchá L G, 181
 Centres P M, 328, 334
 Ceppi S, 37
 Ceriani M F, 65
 Cervantes M J, 42, 169
 Cesaroni C, 29
 Chain C Y, 176, 177
 Chaparro M A E, 315
 Chattah A K, 72, 219
 Chaturvedi A, 215
 Chegini Namvari S A, 194
 Chehade P, 191
 Chialvo D R, 19, 111, 327, 334, 335, 351
 Choque G, 329
 Chozas Barrientos S, 102
 Christiansen Murgurizur S, 355
 Chucchucan Gonzalez S L, 269
 Cianciulli A, 72, 213
 Ciccarella T A, 358
 Cicchini T, 18, 329, 330
 Cifuentes S, 75
 Cignoli F I, 106, 352
 Ciocci Brazzano L, 146, 195
 Clemente G V, 331
 Cobelli P J, 55
 Cobos C J, 132, 163
 Codello A, 324
 Codnia J, 64, 197, 198
 Coiro J A, 141
 Collavini S, 169, 344
 Colomb C, 88, 260
 Colombo J, 195
 Colombo Jofré M, 156
 Comedi E S, 213
 Condat C A, 323
 Constanzo P, 289
 Corach J, 195
 Cordero M L, 83
 Cormick C, 69, 211
 Cornaglia P S, 255
 Cornette V, 348
 Corona R, 281
 Coronato L, 204
 Coronato M, 126, 127, 139
 Corral G M, 238, 239
 Corrales Chahar F, 37
 Correa M, 143
 Corregidor D, 150
 Corte I, 269
 Cortez M J, 205

Corti A, 43, 51, 169
 Corvalán Moya C, 129
 Corvalán Páez T U, 342, 345
 Coscarelli T, 240, 242
 Costa C, 169
 Costabel M, 168
 Costilla L R A, 196
 Couretot M, 143
 Criscuolo F, 226
 Crosta T, 78
 Cruz Sanchez C S, 115
 Cruz-zaragoza E, 42
 Cuevas Cueva I, 143
 Curiale A H, 49
 Curiale J, 95
 Curkovic G, 207
 Cyrulies E E, 152, 235
 Cámpoli L, 224
 D'herz S, 47
 Da Silva M, 288
 Daguerre A, 32
 Dalchiele E, 89, 288
 Dalosto S D, 276, 306
 Damiani H, 80
 Damonte L, 51, 270–272
 Daniels K, 18
 Darriba G N, 302
 Daruich Aguilar D E, 159
 Das M, 19
 David Gara P, 127
 Dávila Y, 343
 De Biasi E, 95
 De Haro B B, 56
 De Las Heras F, 170
 De Lorenzi T, 141, 336
 De Polsi G, 310, 360
 De Sanctis M L, 152, 162
 De Udaeta T, 106
 De Virgiliis A, 241
 Decoud T, 150
 Defant J, 197
 Degeorgio M, 193
 Deghi S E, 271
 Degiorgio M M, 286
 Del Barrio C, 151, 247
 Del Campo L, 96
 Del Pino I, 145
 Del Río C, 170
 Delgado M, 55
 Delgado Monz R, 348
 Della Picca R, 157
 Della Rosa C, 172
 Delugo Buzaglo L, 146
 Deluigi O, 40
 Derdoy L, 141, 336
 Di Donato A, 223, 293
 Di Luocho N, 225

Di Maria J, 272	Ermann L, 74, 329	Ferreira A, 172	Gallo E, 358
Di Muro M, 329	Errico L A, 98, 263, 269	Ferreya F L, 328, 334	Gallot T, 28, 57, 138, 247
Di Napoli S, 273	Escalante T, 262	Ferreya J, 296	Galíndez F, 254
Di Napoli T, 67, 201	Escrig J, 264	Ferreya J M, 91	Gambini R, 113
Di Paolo L V, 45, 50	Espíndola O, 224	Ferreya M V, 247, 248	Garavaglia B, 186
Di Pietro A, 273	Esteves M, 92, 276, 278, 291	Ferreya S J, 279	Garavaglia L, 171, 200, 354
Di Primio O C, 37, 125, 128, 132, 340	Estrada L, 204	Ferreya L, 165	García C, 233
Di Prinzio C, 131, 286	Estrade A, 47	Ferreya L P, 75, 362	García F, 335
Di Rocco A, 42, 170	Etchepareborda P, 235	Ferrón A, 209	García Ferraro A, 336
Di Tomás S, 240, 242	Exp Connie, 117, 122	Filardi L, 118	García G M, 154
Di Tullio L, 172	Eyheralde S, 113	Filgueira L, 211	García E, 281
Diambra L, 110	Fabricius G, 109, 339	Filippin F, 233	García J, 72
Diaz Marull P, 160	Fabrizio M, 317	Fiori M R, 157, 166	García M, 362
Diaz N L, 219	Faccio R, 92, 135, 269, 276, 278, 291, 302, 314	Fiuri A, 218	García Skabar J, 226
Diaz Schneider J I, 231	Facelli J C, 36	Florentin R F, 229	García-Mata I, 214
Diaz Torres F M, 239	Facio J I, 255	Flores E, 262	Gargano J, 114
Dilewski F G, 243	Failache H, 207	Flores J R, 39	Gargiulo J, 60, 61, 65
Dilson J, 309	Fainstein F, 344	Flores M, 57, 145	Garro Linck Y, 160, 224
Dimatz F, 170	Falcioni S, 54, 189	Foa Torres L E F, 14	Gasaneo G, 168, 170
Diosquez Adad M A, 79, 340	Fanjul C H, 161	Fojón O A, 162	Gatto M, 71
Dip E G, 345	Fantini D, 184	Fondevila D, 50	Gau D L, 89
Dirazar T, 332	Farfán J D, 172	Fontana M, 225, 233, 279, 280	Gaudiano M E, 323
Dmitruk P, 55	Farkas M, 215	Fosco C, 119	Gayol A, 45
Dolz M I, 258	Fasoli H J, 227, 233	Fourty A L, 152	Gazza C, 284, 294
Domenichini P E, 306, 318	Favre S, 261	Fradkin E, 266	Gerard M, 313
Dominguez P, 187	Fedorczuk S D, 43	Fraga C S, 244	Gerez L, 286
Dominguez T, 114	Feiguin A, 93	Francia M, 130	Gerez L N, 131
Domínguez D, 71, 207, 217, 279	Feld M, 47	Francisco G, 317	Germán L, 359
Domínguez M, 218	Femia A L, 276	Francisquez S, 71	Giannini Aldecoa C, 336
Donaire Pereyra F Y, 275	Fenske F, 277	Frank Buss E, 137	Gigena N, 72, 215
Dorado Otero D I, 333	Fernandez D M, 147	Frank G, 108	Gil Rebaza A V, 79, 98, 263, 320, 321
Dos Santos D, 79	Fernandez F E, 81, 244	Frechero M A, 263, 308	Giménez M N, 225
Dos Santos G, 262	Fernandez J, 247	Freire C D, 57	Giordana M F, 152
Drazer G, 54, 189	Fernandez L, 215, 348	Frigerio Parenza P, 202	Giordano J, 185
Duarte C D, 170	Fernandez Leyes M, 247	Frigini E, 343	Giordano J B, 183
Duarte Figueredo J E, 214	Fernandez Troncoso T S, 198	Frins E, 17, 124, 126, 127, 139	Giordano L, 340
Duarte L, 359	Fernández Alcázar L, 336	Fuentemilla-Garriga L, 352	Giudici P, 90, 280, 285, 293
Dugaro A, 190	Fernández Alcázar L J, 62, 325, 353	Fuentes R, 309	Godoy M E, 32, 148
Duplaá M C, 146, 195	Fernández Arhex V, 338	Fuertes C, 309	Goldemberg I, 150
Díaz De Rosa V L, 274	Fernández Avello J P, 333	Fuertes M C, 59, 66	Goldman G, 28
Díaz P, 89	Fernández B, 336	Fuhr J D, 314	Golup G, 114
Díaz S J, 345	Fernández J R, 129	Furlan T, 234	Gomez B, 187
Echeveste R, 313	Fernández L, 254	Furlong O J, 328	Gómez Marigliano A C, 224
Edelsztein V, 18	Fernández L J, 192, 199	Furlán Llodrá O, 148	Gomez Pighin V, 56
Egidi G, 277	Fernández Troncoso T S, 197	Fushimi I, 215	Goncebat L, 313
El Hasi C D, 141	Fernández Y, 43	Fuster A, 165	Gonçalves S, 340
Eiffman J, 18	Fernández-Werner L, 92, 276, 278, 291	Gabaldon C, 334	Gonzalez Burnet C M, 246
Elia J P, 118	Ferrante N, 197, 198	Gaburri M J, 280	Gonzalez C H M, 227
Elias A G, 26, 125, 128, 132, 133, 135	Ferrari V, 309	Gagou Y, 257	Gonzalez Diaz D, 179
Eljatib M, 183, 185	Ferraro M B, 36	Gainza J, 96	Gonzalez M, 329
Encina S, 202		Gaita F M, 47	Gonzalez Olarte C, 336
Engelmann M, 276, 306		Galassi M E, 172	Gonzalez R, 155
		Gallardo T, 107	Gonzalez V D G, 276
		Gallegos M V, 270, 271	González C F M, 40
		Galligani P E, 28	
		Gallina D, 262	

González E A, 283
 González J L, 60
 González M, 195
 González M E, 108
 González Pardo V, 94
 González R, 186
 González T, 341
 Gorchon J, 95
 Gorsd M, 283
 Goyanes S, 240, 242, 249
 Grad G, 125, 156
 Granado M, 16, 337, 344
 Granja L, 309
 Granja L P, 254
 Grasso M L, 256
 Gravielle M S, 157
 Grebe J M, 47
 Grecco H, 201
 Grecco H E, 67, 196
 Gregorutti R, 232
 Grigera S A, 283
 Grigera T S, 327, 349
 Grinblat G, 97, 192, 194
 Grumel E, 200
 Grynberg S P, 338
 Gualini D A, 199
 Guber D, 168
 Guerrero T, 79
 Guillenea A, 359
 Guinea F, 100
 Guisande N, 111
 Guisoni N, 110, 338
 Gulich D, 60, 200
 Gómez A V A, 88
 Gómez Albarracín F A, 97, 262, 269, 282
 Gómez Andrade V A, 260, 293
 Gómez Avila J, 125
 Gómez B J, 56, 150, 186
 Gómez B J A, 152
 Gómez Carrillo S C, 286
 Gómez J, 28, 289, 299
 Gómez J E, 253
 Gómez M R, 334
 Gómez Marigliano A C, 79
 Gómez N D, 132, 163
 Gómez Paccapelo J M, 248
 Gómez V, 193
 Gómez V I, 57
 Hackney Garofalo R A, 81
 Halac M E, 254
 Hamad I, 93, 284
 Hampel M, 365

Hampel M R, 75, 362, 366
 Hansen P M, 113, 115, 368
 Harguinteguy R, 228
 Helman C, 93
 Helou L N, 360
 Hernandez Jimenez R, 364
 Hernando I P, 55
 Hernández M F, 303
 Hernández S, 16
 Herrera C, 56
 Herrera Mateos J, 284
 Holik F, 213, 219, 269
 Hoyuelos M, 329
 Huber F, 78
 Huerta M, 120
 Huxhagen F, 285
 Iannucci S, 118
 Ibarlucea F G, 286
 Ibañez F, 270
 Ibañez J, 360
 Iglesias J R, 340
 Iguain J L, 308
 Illanes L, 176
 Illanes L H, 177
 Illescas M, 67, 201
 Imhoff L, 257
 Ipiña A, 86
 Ippolito I, 54, 189
 Ippolito I P, 338
 Irastorza R, 245
 Irastorza R M, 42, 169
 Iriarte D I, 205
 Iribarren J I, 143, 361
 Iroulart E, 97
 Irusta E, 230
 Israel R, 281
 Iucci A, 101
 Iuzzolino R J, 211
 Jagla E A, 104
 Jandar C, 63
 Jasen P V, 283
 Jauregui C E, 339
 Jimenez E, 286
 Jimenez G E, 295
 Jiménez G E, 143
 Jiménez M J, 283
 Jofré L, 43
 Juan J, 283, 291, 301
 Juarez A, 339
 Juarez A R, 340
 Juarez Ferriol M, 56
 Juarez G A, 90, 345
 Juarez M, 224
 Juncal L, 270
 Juárez M, 339
 Kaczer L, 347

Keila T, 16
 Knoll L, 197
 Konverski P N, 227
 Kottos T, 62, 199
 Kovalsky M G, 200, 216
 Kozłowski R, 84
 Kraidy A, 257
 Kuhl U, 62
 Kuzmicich E, 187
 Köpke J I, 245
 Lagarrigue N P, 169
 Laguna F, 338, 340, 341
 Laje R, 18
 Lamas C, 109, 286
 Lamas C A, 134
 Lancellotti F N, 28
 Laneri K, 342
 Lanzini F, 315, 316
 Lanzzone C, 169
 Larotonda M, 195
 Larrinaga E, 49
 Lassalle V, 94
 Latorre M E, 273
 Lauxmann Granillo M, 79
 Lauxmann M, 224
 Lavizzari M, 287, 299
 Lazarte J, 159
 Lazo P, 89
 Leandro F, 317
 Leani J J, 166
 Ledesma Coppa I, 219
 Ledesma S, 204
 Leguizamón G N, 342
 Leiva E P M, 99
 Lenci L, 288
 Lencina N, 186
 Lencina S, 247
 Lester M, 170
 Levi V, 16
 Levy P, 336
 Levy P E, 231
 Levy Yeyati A, 284
 Lew S, 229
 Lewkowicz I, 165
 Lezama A, 207
 Lezcano Mendez A, 163
 Li Y, 194
 Lia J M, 312
 Linares J, 32
 Link T, 235
 Lisandrini F, 294
 Lissardy C, 220
 Lizama S, 89
 Lizaso A, 141
 Llamedo Soria M, 331
 Llanos S, 228
 Llovera R, 85
 Lobos A, 101, 284
 Lodeiro A R, 83

Loggia T L, 227, 245
 Lombardo C, 289
 Lombardo F, 71
 Lomoc F, 73, 213
 Lopez Bertazza L, 342
 Lopez Larragina G, 259
 Lopez Larregina G, 290
 Lopez S D, 350
 Lopez Zanier V, 201
 Losada M, 75
 Loscar E S, 241, 343
 Lostao P, 278, 291
 Lozano G S, 266
 Lozano N F S, 72
 Lozano Salica G A, 125, 128, 132
 Lucca C M, 322
 Lucero A P, 32, 142
 Luda M, 64, 208, 211
 Luda M A, 197, 198
 Lugones G, 365
 Luna N, 174
 Luna R, 291, 301
 Lund A M, 36
 Lupi Casale C L, 343
 Luque G L, 38, 99
 López F, 336
 López Porto C, 90
 López R H, 348
 López S, 318
 López S D, 34, 157, 158, 166
 Ma Huang R, 362
 Ma Y, 253
 Macau E E N, 106
 Madrid M, 245, 251
 Magnoni A, 195, 197
 Maier S A, 194
 Majtey A P, 216
 Makinistian L, 246
 Malarria J, 148
 Maldonado A F, 35
 Malinowski G, 95
 Maltese P, 174
 Mamani Pampa R, 223
 Manenti R M G, 342, 345
 Mangas F, 202
 Manjavacas A, 60
 Manoj M, 281
 Manterola F D, 362
 Manuel L, 93, 284, 294
 Manzelli N, 172
 Manzi S J, 328, 334
 Manzo L, 355, 363
 Marcuzzo J, 42, 43, 46, 170
 Marchi M C, 201
 Marchisio A, 216
 Marconi V I, 83, 85, 245
 Mariazzi A G, 368

Marin-ramirez O, 90, 275	Mentasti L, 43	Muller N, 75	Pagnola M, 311
Marotti Priero R E, 89	Meroi F, 75	Mundel L E, 105	Pagola G I, 36
Marotti R, 288	Meyer M, 271	Muniz J A, 207	Palacios C, 217
Marti A C, 32	Micchia R, 303	Murgia M, 70	Pallares Di Nunzio M, 344
Martin D A, 111, 327, 334, 335, 351	Miceli F, 337, 344	Musmarra J I, 364	Palomeque M, 204
Martinez C, 207	Michi T, 155	Muñoz M, 200	Pampillo L, 280
Martinez E D, 231	Mieras M M, 235	Márquez R, 247	Pan Rivero N, 107
Martinez J P, 288	Migliaro C, 202	Mérida E F, 34	Panini A, 148
Martinez L, 61	Milana F, 224	Nabergoi M, 165	Panwar E, 215
Martinez N, 202, 337	Milano J, 299	Nacusse E, 150	Paná S, 137
Martinez Stagnaro S Y, 300	Milione J, 143	Nagel O, 283	Paramio S, 249
Martín N E, 44, 172	Miloni O, 355	Narro Arias H K, 98	Pardini P A, 205
Martínez E, 63	Mina M C, 60, 61	Navarro Benavides T F, 63	Parlanti T, 262
Martínez M F, 203	Mindlin G, 348	Navarro C, 296	Pascuet M I, 129
Martínez O E, 194	Mindlin G B, 106, 326, 344	Navarro J L, 286	Pasquevich G, 292
Martínez Ribó M J, 133, 135	Minelli V, 164	Navarro S, 345	Pasquini G, 266
Martínez Ricci M L, 59, 66, 201	Minetti M, 149, 230	Nellen L, 368	Passeggi Veaute V, 16, 188
Martínez T A, 141	Mininni P D, 266	Nemiña F, 137	Pastawski H M, 72
Mary J, 223	Mininni T A, 344	Neukrantz Schnake L, 338	Pastor G, 262
Marzik G, 48	Minsky D, 48	Nieto P S, 323	Pastorino C, 85
Masoller C, 14, 106	Miralles M T, 229	Nieva L A, 345	Pastoriza H, 285
Massa J, 46	Mirarchi D H, 280	Nieva M V, 342	Paternain S, 76
Massa N E, 96	Mirón Granese N, 118	Noguera C B, 233	Pawlak E, 28
Massey P, 331	Mirón Granese N O, 358	Norscini S, 211	Paz B, 224
Mastronardi C, 187	Missoni L, 82	Nuñez B, 32	Paz B N, 295
Mateo D, 32	Missoni L L, 59, 66	Nuñez Barreto N A, 69, 211	Paz G, 37, 298
Matera J M, 74, 213, 219, 286	Mitnik D, 157	Núñez G, 89	Paz M F, 29
Mato G, 353	Mojica R D, 200	Obregón T, 194	Paz S A, 99
Mattea F, 45	Molina G N, 100	Ocello M, 158	Pedano M L, 205
Mauro M, 365	Molina M G, 29	Oleari C, 229	Pellegrini N, 257, 295
Mautino T, 201	Molina N A, 293	Olguin O R, 173	Pellegrino E, 245
Mayo F, 70	Mombrú Á W, 135	Oliva M, 262	Pellizza L, 195
Mayorga F, 254	Monachesi L B, 136	Oliva M I, 264, 294, 308	Peláez M, 357, 359
Mayorga Quarin S, 38	Monaldi A, 207	Olivera N, 28	Pepe Weigel E C, 246
Mazzitelli F D, 360	Monaldi A C, 203	Olivera Rohrer M, 276	Pereyra A, 60
Mazzitello K, 210	Monastra A, 251	Olivetti T, 141	Pereyra Aponte F V, 104, 231
Medina A, 109	Monsalve L, 181, 183	Ons S, 103	Pereyra C J, 288
Medina F D, 27	Montanari C, 17	Orendt A M, 36	Perez L I, 146
Medina I, 200	Montani F, 111, 337, 344	Oribe S, 364	Perez M D, 88, 260
Medina J E, 292	Monteiro M, 32	Orlandini A, 148, 294	Perez R D, 164
Medina J M, 229	Montenegro B, 278	Orrego R, 336	Perez S E, 53
Mehring E L, 264	Montero J, 84	Orsaria M G, 365	Perez Sirkin Y A, 82
Melendi Y D, 29	Montero M F, 190	Orso J A, 179	Perillo P, 233
Melfi A, 86	Montiel Schneider G, 94	Ortega R, 233	Perotti J I, 104
Melia L, 270, 272	Montivero M E, 134	Ortega R G, 227	Perón Santana S, 16, 218
Melissari Lozoya B, 247	Montoya Rojo U, 232	Ortiz E D V, 134	Petersen Cruceño F G, 246
Melo D G, 115, 368	Morales L, 187	Ortiz G P, 59, 206	Petriella E, 223, 365
Mendez M, 77	Morales M A, 350	Osenda O, 218	Petrovich F, 72, 218
Mendez San Antonio S A, 296	Morales R, 205	Osorio M, 126, 127, 139	Philipp N, 204
Mendizábal M, 220	Moreno Gonzalez C, 364	Ospina J F, 273	Pianetti M D L M, 296
Mendoza L J, 200	Moretti G Q, 192	Ostaduy V, 230	Pichipil Huircapan M, 232
Mendoza Zélis P, 292	Morgade C I N, 259, 290	Otero M, 216, 298	Pichipil Huircapan M F, 296
Meneses A G M, 217	Morrone J, 66	Oviedo C, 125	Pignanelli F, 135, 278
	Moschini G, 152, 172	Pacheco E, 26	Piovanelli N, 204
	Moyano L, 148	Pacheco M, 168	
	Mudarra A, 269	Paciaroni G, 265	

Pires M M, 83
 Pirlles J, 149, 230
 Pisani P, 355
 Piva M F, 81, 237, 244
 Pizarro A, 61
 Poggio S L, 332
 Polcowñuk Iriarte I A, 297
 Pomarico J A, 205
 Pomeranz M, 80
 Ponce N, 143
 Pont F M, 77
 Ponzio R A, 298
 Porasso R, 343
 Porini S, 172
 Portesi M, 209, 219
 Prado A, 192
 Prejbeanu L, 95
 Príncipe G, 94
 Pugliese F, 55
 Pugnaloni L A, 84, 247–249
 Pugni M, 205
 Pujol J M, 219
 Pérez Albert A S, 296
 Pérez D, 117
 Pérez F T B, 74
 Pérez M D, 293
 Pérez Morelo D, 289
 Pérez P, 39, 45
 Pérez P D, 90
 Pérez R D, 227

 Quaino P, 221, 313
 Queirolo Burgos M D, 189
 Quintanilla F N, 287, 299
 Quinteiro Rosen G F, 206
 Quinteros C P, 231
 Quinteros V S, 233, 345
 Quinto M A, 86
 Quiroga M, 174
 Quiroga M L D V, 345
 Quirolo Z, 247
 Quirós R A, 147

 Rabal Heinrich S, 292
 Rabin C, 47
 Racca M, 260
 Radoslovich E, 141
 Ramirez B A, 34
 Ramirez Pastor A J, 235, 326
 Ramírez R, 209
 Ramos A, 336
 Ramos A Y, 199, 325
 Ramos I, 207
 Ramos K, 211
 Ramos S B, 300

Ramos Villalobos K J, 217
 Ramunni V P, 129, 303, 304
 Ramírez D, 89
 Ramírez G, 299
 Ranea-sandoval I F, 365
 Rauchs E, 143
 Ravazzoli P, 202
 Raya M S, 133, 135
 Real M, 211, 285
 Reboiro M, 209, 215
 Rebon L, 269
 Reciuschi E, 141
 Reimers W G, 291, 301
 Reinoso C G, 134
 Reisner M, 62
 Rendtorff N, 297, 303
 Rengifo Herrera J A, 321
 Rentería M, 302
 Reparaz V, 71
 Repetto C E, 150, 186
 Restrepo Sáenz L, 146
 Revelli J A, 322, 323, 333, 347
 Reviglio A L, 37, 298
 Rezzano N, 136
 Ribó Montenovio C, 174
 Ribó Monteovo C, 45
 Richard D, 297, 303
 Rico L, 152
 Rinderknecht F, 57, 145
 Rios J M, 336
 Riquelme B D, 172
 Ritacco H, 151, 247
 Rivas A M, 304
 Rivas A M F, 303
 Rivera C, 127, 139
 Rivero C I, 134
 Rivero L H, 157, 166
 Riveros G, 89
 Rizzotto M G, 173
 Roa S, 205
 Rocca J, 233, 279
 Rodrigues D, 53, 121, 122
 Rodrigues Ferreira M D P, 119
 Rodríguez C, 174, 249
 Rodríguez Chialanza M, 305
 Rodríguez E J C, 95
 Rodríguez G D, 134
 Rodríguez J, 276, 306
 Rodríguez M, 32, 261
 Rodríguez Maziere J, 80
 Rodríguez Colucci A, 107
 Rodríguez D F, 233
 Rodríguez Juiz D, 119

Rodríguez L M, 95
 Rodríguez Ramirez C, 240, 242
 Rodríguez S, 141
 Rodríguez T, 365
 Rodríguez Torres C E, 312
 Roht Y L, 54, 189
 Roig F, 107
 Rojas Líbano D, 349
 Rojas Sanchez C, 289
 Rojas Villalba E, 26
 Roland S, 305
 Roldan M P, 174
 Roldán T D V, 174
 Roldán V, 257
 Rolhaiser F, 336
 Rolla R, 352
 Romano M E, 306
 Romeo I, 145
 Romero Carena F, 166
 Romero M, 45, 135, 256, 281
 Romero M R, 174
 Romero R H, 209
 Romá F J, 258
 Roncaglia A, 70
 Rosales H D, 97, 262
 Rosales J, 127
 Rossatto R G, 345
 Rossi S, 284
 Rossignoli R, 72, 73, 213, 218, 219
 Rostami H, 100
 Roston G B, 238
 Rotaru A, 120
 Roura Bas P G, 314
 Roviglione A, 232
 Rozas G, 90, 192
 Rubio R, 137
 Ruderman A, 234
 Ruiz G, 127
 Ruiz Mercado A F, 307
 Russo B, 330
 Révora C, 211
 Róldan V, 295

 Saavedra E, 281
 Saba L, 119
 Sacanell J, 309
 Saccone F, 311
 Sacks A, 234, 262
 Sagues C, 224
 Sala Crist A M, 46
 Salati G, 138
 Salazar A L, 192
 Salazar L, 205, 285
 Saldaño T J, 237
 Saleme J I, 205
 Salgueiro W, 152

Salinas Domján C, 45, 172, 174
 Sallago P A, 190
 Salomone H D, 152, 235
 Saltos Sanchez H B, 79
 Salvarezza R, 16
 Salvatierra Costas B N, 347
 Sánchez C B, 97
 Sánchez C M, 72, 219
 Sánchez Castillo S, 294, 308
 Sanchez E, 39
 Sánchez F, 367
 Sánchez F H, 94
 Sanchez G D, 41
 Sánchez H J, 166
 Sanchez M, 150
 Sánchez M J, 71, 217
 Sanchez M V, 162
 Sanchez Morales J, 247
 Sanchez Varretti F O, 235, 308, 326
 Sancho M, 343
 Sandoval M, 290
 Sandoval M G, 283
 Santamaría M, 31
 Santaya M, 23
 Santesteban M, 75
 Santiago M, 43, 46
 Santos A, 240, 242, 249
 Sanz Perl Y, 105
 Sanz V, 169
 Sapia M, 347
 Saracco G P, 332
 Sarasúa G, 57
 Saravia P V, 99
 Sarobe Ebel A M, 206
 Sartarelli S A, 152, 235
 Sartori J I, 28
 Savio M E, 134
 Scala G, 215
 Scapolla F, 289
 Scarinci I E, 45, 50
 Schlottmann I, 365
 Schmidt J, 317
 Schmidt J A, 102, 306
 Schmiegelow C, 64, 69, 208, 211
 Schnell T, 219
 Schulz M, 348
 Schulze G E, 53
 Schäffner K, 121
 Schüller V, 137
 Sedofeito Rajo C, 28, 247
 Segovia G, 254
 Seidel S, 126, 127, 139
 Seijas F S, 348

Seitz H, 263	Taboada J A, 215, 220	Urriste J F, 352	Villarreal Murúa J A, 314
Senra D, 110	Tagliazucchi E, 105	Urrutia I, 250	Villegas A, 29
Sequeira J, 366	Tagliazucchi M, 82	Urteaga R, 57, 149, 181, 182, 188, 193, 230	Villegas M, 32, 142, 148
Sequeira K M, 309	Tamborenea P I, 312		Viola M, 228
Sergi F, 225	Tancredi G, 28		Violi I, 60
Serra M, 134	Tancredi P, 280		Violi I L, 61
Serrano E, 127	Tang Q, 327	Urtubey E, 285	Vitaller M J, 171, 176, 177
Serrano F, 226	Tang Q - Y, 111	Usaj G, 307	
Serrano L S, 338	Tassara F, 65		Vlatko C, 211
Severino R S, 266	Taube M, 43, 51, 169	Vaca Chávez F, 99, 234	Von Reichenbach C, 31
Señaris R, 179	Taylor M, 31, 143	Valdez J, 174	Vásquez M, 141
Sgromo C, 233	Taylor M A, 274	Valdora M, 251	
Sguilla S, 32	Tebaldi M, 60, 200	Valdés-hernández A, 216	Wagner Boián P F, 62
Shera K, 121	Tejerina M R, 309		Wahlberg H, 118
Sidoli Cano S J, 349	Tenorio Hilario M M, 324	Valente M, 44, 45, 172	Wainberg M, 315, 316
Sierra-sosa D, 60		Valente M A, 174	Wainstein Haimovich U, 355
Sievers B, 309	Tentor Carmody M, 102	Valente P, 288	Waks Serra M V, 205
Sigales N, 310	Theodorou J, 352	Vallejo A, 220	Wentzeis L M, 80
Silva A, 127, 139	Tiburzi S, 94	Vallejos J, 336	Williner A, 317
Silva G A, 116	Tickyj H, 311	Varela C H, 174	Winkel F, 119
Silva Gallo S, 220	Tielas D A, 213	Varela K N, 36	Wisniacki D A, 214
Silva Guillén J Á, 100	Tiffenberg J, 119	Varela M B, 121	Wschebor N, 16, 19
Silva Mejía A, 126	Tinte S, 306	Vargas C, 235	
Silva Pizzi L, 367	Tinte S N, 276	Vasquez J M, 143	
Simões D J, 109	Tirao G, 175	Vazquez N, 104	
Sironi Nuñez M J, 175	Tissier M, 360	Vega Caro M A, 27	Xaubet M, 181, 183
Sives F R, 94	Tobares T D, 235	Vega N C, 90	
Socolovsky L, 311	Tobía D, 28	Velarde A M, 154	Yactayo Yaranga M, 289
Sofo H M, 172	Toledo J, 256	Velasco L, 126, 127, 139	Yang Y, 253
Sofo Haro M, 44, 45	Tolosa M R, 296		Yangüez C R, 208
Soler-illia G, 61	Tomaselli N, 191	Velasco M I, 243	Yoma N, 317
Solís G M, 345	Tomás K G, 249	Velazco Piaggio L, 207	Yonar J, 306
Soprano C M, 349	Tomás K Z, 152	Velazco S, 154	Yonar J M, 318
Sorichetti P, 195	Tonni E, 120	Velázquez D, 273, 315, 316	
Sosa M, 49, 207	Torio M E, 152	Velázquez López E C, 353	Zalduendo I, 116
Sosa M M, 350	Toro C, 223		Zamora D J, 213, 340
Sousa R, 95	Torres Mesa E, 256	Ventosos F, 102	Zamora J, 339
Spinazzola M T, 351	Torres Peralta T J, 29	Ventre J, 270	Zampieri M, 99
Stachiotti M, 257	Torroba G, 353	Venturini N, 138	Zamponi N, 327
Stari C, 32	Tosi L, 71, 192, 217, 289	Verdugo J, 89	Zandalazini C I, 262, 264, 294, 308
Stefani F D, 60, 61		Vergara Quispe I D, 368	
Stewart S J, 312	Trabocchi O J, 153	Vergara Rubio A, 240, 242, 249	Zarragoicoechea H M, 319
Stia C R, 152	Tramontina D R, 40		
Strittmatter A, 90	Trangoni E, 249	Verón L F, 353	Zelaya E, 161, 237, 319
Stutz G E, 38	Triviño S, 45	Vicentin E, 193	Zelcer A, 309
Suarez A, 32	Trovatori Bilbao I, 172	Vicentin E G, 221, 313	Zerpa F A A, 350
Suarez G, 309	Tucceri M E, 132, 163	Vidal A C, 47	Zonco S, 251
Suarez R, 248	Tueros M, 115, 356	Vigh C, 141	Zossi B S, 27
Sucunza L, 75	Tueros M J, 361	Vigh C D, 155, 190	Zucchi I, 43
Sued M, 251	Turova T, 327	Vignau T F, 314	Zunino L, 354
Suleiman T F, 101		Viladevall A, 141	Zúñiga J A, 320, 321
Suntharalingam A, 62	Umazano J P, 247	Vildosola V, 267	Zúñiga Osorio L, 49
Suárez D L, 338	Urdapilleta E, 191	Villafuerte M, 295, 296	Zurdo A, 251
Swgo Colaboration, 113	Ureña M A, 233, 279, 280	Villar J, 80	Zyserman F I, 136
Szigety E, 145			