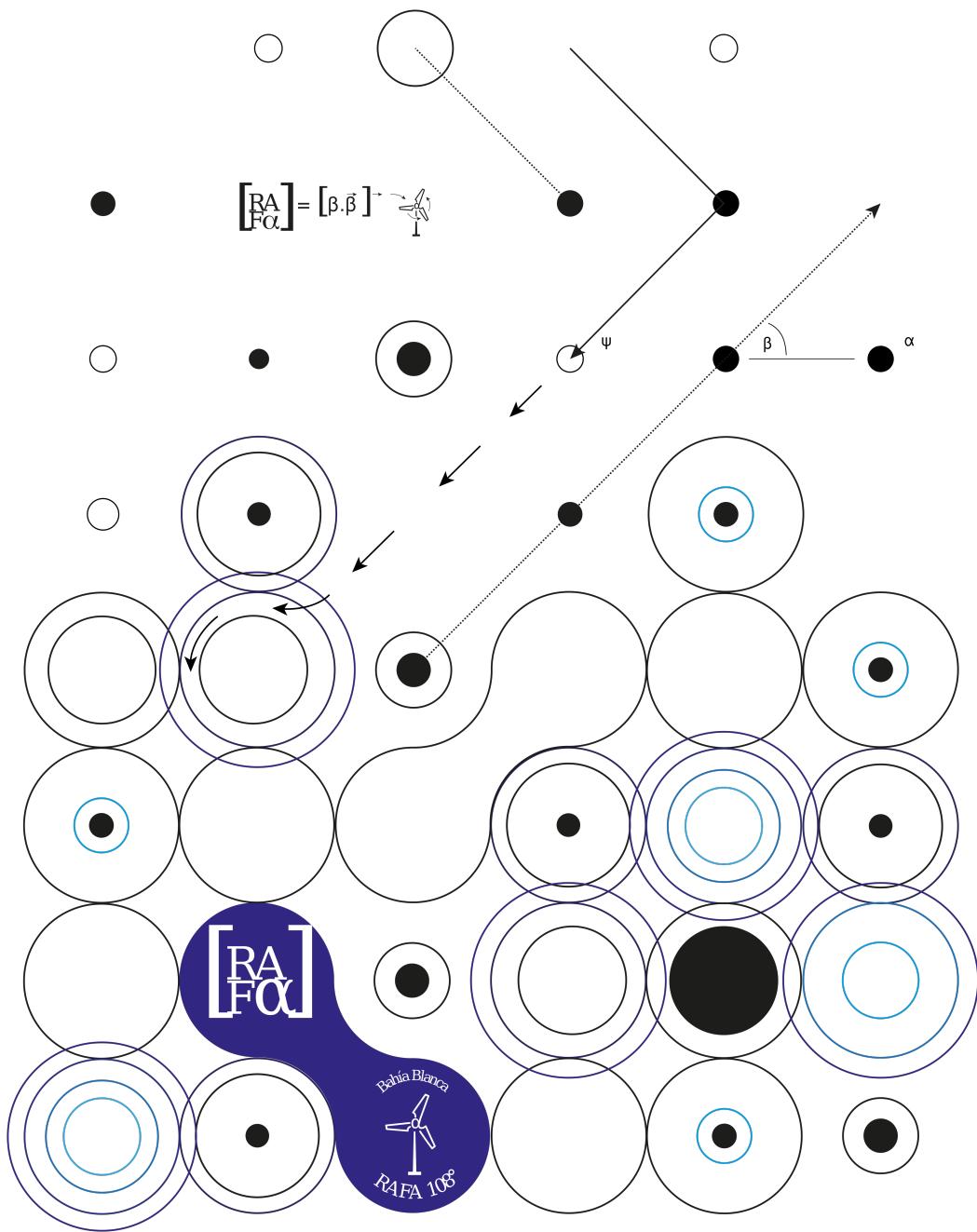




108° Reunión
Asociación
Física
Argentina

Libro de resúmenes

2023
Bahía Blanca



Autoridades

Comisión Directiva de la Asociación Física Argentina

Presidente

Omar Osenda

Secretaria

Mariana Alessi

Tesorera

Mariela Adelina Portesi

Vocales

Filial	Titulares	Suplentes
Bariloche	Cecilia Ileana Ventura	Analia Elizabeth Zwick
Buenos Aires	Gustavo Grinblat	Ignacio Urrutia
Córdoba	Hernán Calvo	Alberto Enrique Wolfensonz
La Plata	Diego Rosales	Marcela Andrea Taylor
San Luis	Paulo Marcelo Centres	Silvana Spagnotto
Santa Fe	Carlos Enrique Repetto	Evelina García
Sur	Juan Pablo Barrangú	Gabriela Fernanda Cabeza
Tucumán	Cecilia Zapata	Teresita del Valle Roldán

Revisores de cuentas

Titulares	Arles Gil Rebaza (La Plata)	Lorena Rebon (La Plata)
Suplentes	Nara Guisoni (La Plata)	Carlos M. Carlevaro (La Plata)

Comité Organizador Local

Norberto J. Castellani (presidente)	Gabriela F. Cabeza (secretaria)	Patricia Benedetti (tesorera)
Nicolás A. García (gestión técnica)	Sebastián Otranto	Marisa Frechero
Miguel Sánchez Walter Reimers	Estela González Marcelo D. Costabel	Alfredo Juan Romina Luna

Colaboradores

Hernán Ritacco

Guillermina Gómez

Comité Científico

Norberto J. Castellani (Coordinador local)	Verónica Marconi (córdoba)
Norma Canosa (La Plata)	Rodolfo Porasso (San Luis)
Omar Fojón (Rosario)	Mónica Tirado (Tucumán)
Julio Guimpel (Bariloche)	Verónica Vildosola (Buenos Aires)

Agradecimientos

El Comité Organizador Local de la 108^a Reunión de la Asociación Física Argentina (RAFA 2023) tiene el placer de recibirlos en la Ciudad de Bahía Blanca, sin duda un gran desafío y orgullo para nosotros. En el año 2004 se realizó en la ciudad por primera vez y de manera exitosa, la edición 89^o de la Reunión Nacional de Física como sede de la filial Sur de la Asociación Física Argentina.

Esta reunión tiene por objetivo fomentar un ambiente de discusión científica y colaboración entre distintos grupos de investigación que desarrollan su actividad en el país y realizar una puesta al día de los avances científicos más recientes en su especialidad. Creemos que es una gran oportunidad para brindar nuestra camaradería y que nos conozcan aún más.

Las actividades previstas en esta ocasión incluyen conferencias plenarias y semiplenarias a cargo de distinguidos colegas nacionales y extranjeros, charlas de división, presentación de posters, mesa redonda y como novedad un ciclo de cine científico. Deseamos que ésta sea una gran RAFA para todos, hemos trabajado con mucho esfuerzo y entusiasmo para que así sea. Esperando que la 108^a RAFA 2023 satisfaga las expectativas académicas y científicas, y a la vez nos una entre colegas, les damos una afectuosa bienvenida.

Agradecemos muy especialmente a las autoridades del Comité Ejecutivo de AFA así como también a su secretaria Virginia Damonte por el apoyo y asesoramiento brindado durante la organización. A las autoridades de la Universidad Nacional del Sur por brindarnos sus instalaciones, en particular a la Secretaría General de Cultura y Extensión Universitaria y a la Dirección de Medios Audiovisuales, así como al CEMS por facilitarnos el uso del gimnasio para la sesión de posters y a la Biblioteca Rivadavia. A las autoridades del Departamento de Física, así como del IFISUR por el apoyo brindado. Este comité también agradece profundamente a todas aquellas instituciones, empresas y personas que con su aporte han posibilitado el desarrollo de la 108^a RAFA. Un agradecimiento especial a Constanza Caba tanto por el diseño del logo como del material gráfico empleado en el evento.

Esta reunión ha sido declarada de interés municipal por el Honorable Consejo Deliberante de la ciudad de Bahía, Resolución 83/2023 (Expte. 438-HCD-2023).

RAFA 2023 - Propuesta de código de convivencia

Desde el Comité Organizador de la RAFA 2023 les invitamos a colaborar para que disfrutemos en Bahía Blanca de un evento en un ambiente cordial, respetuoso e inclusivo. Para ello, hemos establecido un código de convivencia que busca garantizar un entorno seguro y una experiencia libre de acoso, tanto para quienes asisten a la reunión como para quienes trabajan en ella.

El acoso incluye los siguientes puntos (aunque no se limita a ellos, pudiendo existir otras formas):

- Comentarios ofensivos relacionados con la identidad o expresión de género, orientación sexual, diversidad funcional, apariencia física, tamaño corporal, pertenencia étnica, edad, religión.
- Opiniones públicamente desvalorizadoras sobre el estilo de vida de una persona y sus prácticas, incluidas las relacionadas con su alimentación, salud física o mental, paternidad/maternidad, consumos problemáticos o modo de vestir.
- Intimidación, acecho o seguimiento deliberados.
- Fotografía o grabación acosadora.
- Interrupción sostenida de conversaciones, exposiciones u otras intervenciones.
- Contacto físico inapropiado.
- Comentarios o insinuaciones sexuales no deseadas.
- Comunicación individual continuada una vez que se ha pedido el cese de la misma.
- Fomento de cualquiera de los comportamientos anteriores.

Esperamos que las personas participantes sigamos estas pautas de convivencia saludable en todas las instancias del evento, incluyendo las actividades sociales relacionadas con el mismo. Las personas que no respeten este código podrán ser expulsadas de la reunión a criterio del Comité Organizador. Ningún tipo de acoso será tolerado. El acoso reduce el valor de nuestro evento para todas las personas participantes.

En el caso de situaciones de acoso, o ante una situación que haga sentir a una persona insegura o incómoda, sugerimos contactar lo antes posible a cualquiera de las personas del Comité Organizador o de la Subcomisión de Género, quienes se ocuparán de buscar acompañamiento para la persona afectada, sin solicitar que confronte a nadie y manteniendo en reserva su identidad.

Para más información sobre violencia de género y acoso visite la página de la Subcomisión de Género de la Asociación Física Argentina (SG-AFA).

<https://generoafa.wixsite.com/subcomision>

AUSPICIANTES



Agencia I+D+i



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DEL SUR



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
Facultad Regional Bahía Blanca



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR
Departamento de Física



Instituto de Física del Sur



HONORABLE
CONCEJO
DELIBERANTE



IOP
Publishing



CLAF

Centro Latino-Americano de Física



Quantum Design
LATIN AMERICA

FUNDACIÓN
YPF



aluminio argentino



INBOX
TECHNOLOGY LATAM



La empresa social de los propios consumidores



MEGA
COMPAÑÍA MEGAS.A.

Unipar

Muchas gracias por venir. Bienvenid@s a Bahía Blanca!

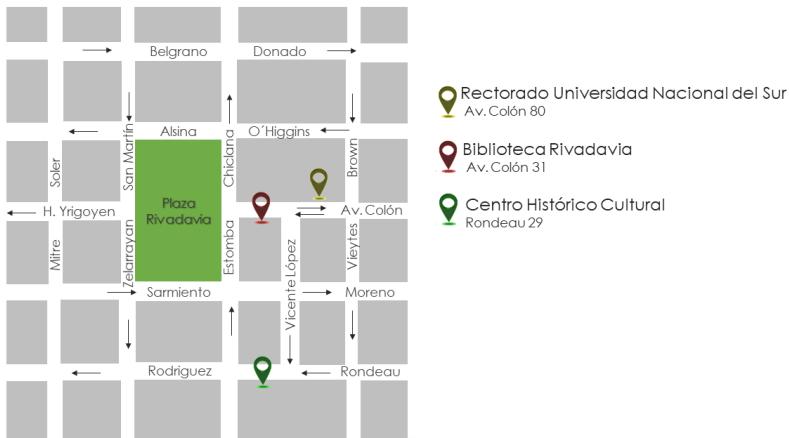
Comité Organizador Local

PROGRAMA

Horario	Martes 19	Miércoles 20		Jueves 21		Viernes 22			
8:00-8:30	Inscripción Bienvenida/apertura	Inscripción		Berger					
8:30-9:00									
9:00-9:30		Dova		Masullo					
9:30-10:00									
10:00-10:30	Ponce Dawson	Moya		Arrachea		Vidales			
10:30-11:00									
11:00-11:30	Café	Café		Café		Café			
11:30-12:00	Asensio	Rudolph		Molina	Borzi	Hurtado			
12:00-12:30				Giorgetti	Pardo				
12:30-14:00	Almuerzo	Almuerzo		Almuerzo		Almuerzo			
14:00-14:30	Charlas de División	Haberkorn	Ferrari	Charlas de División		Mesa Redonda de la SG Cierre			
14:30-15:00		Charlas de División							
15:00-15:30									
15:30-16:00									
16:00-16:30		Café y Posters							
16:30-17:00	Café								
17:00-17:30	Soto								
17:30-18:00									
18:00-18:30									
18:30-19:00	Ciclo de Cine Maelström 2001	Pregliasco		Asamblea					
19:00-19:30									
19:30-20:00		Ciclo de Cine Varsavsky, el científico rebelde							
20:00-20:30									
20:30-21:00									
21:00-21:30				Cena de camaradería					

UBICACIONES DE LA SEDE

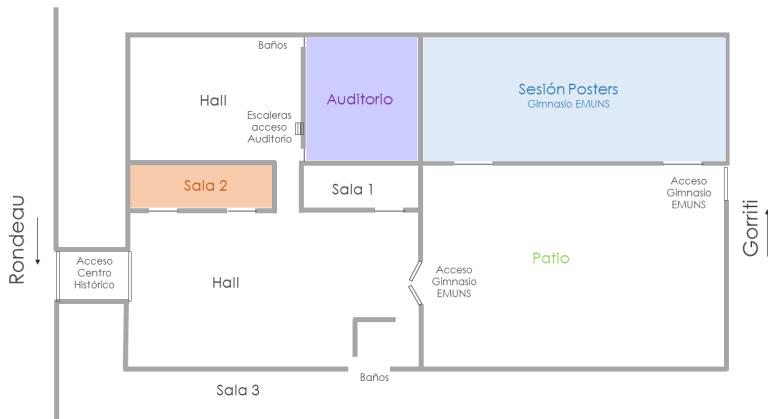
Microcentro



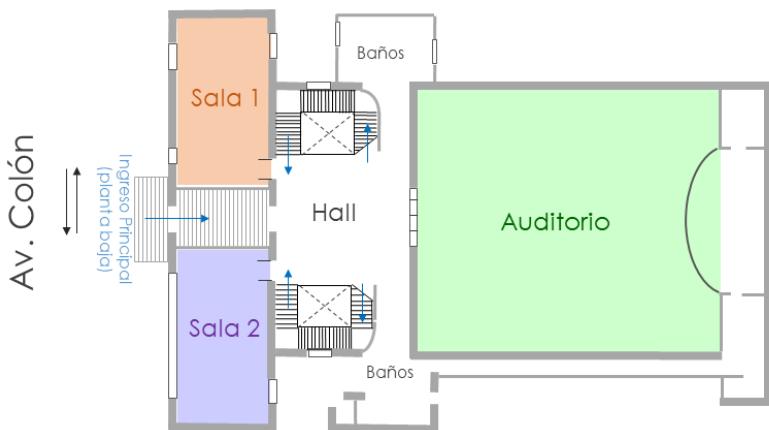
Rectorado de la UNS (Avda Colón 80)



Centro Histórico Cultural (Rondeau 29) y Gimnasio EMUNS (Gorriti 36)



Biblioteca Rivadavia (Avda Colón 31)



Índice general

Conferencias	11
Plenaria	11
Semiplenaria	19
Premio Giambiagi 2022	23
Charla debate	24
Charla de Actividad de Divulgación	25
Otras actividades	27
Ciclo de cine-debate	27
Asamblea	28
Mesa redonda	28
Atmósfera, tierra y agua	29
Charlas	29
Posters	32
Enseñanza de la física	55
Charlas	55
Posters	63
Fluidos y plasma	80
Charlas	80
Posters	86
Fotónica y óptica	92
Charlas	92
Posters	99
Fundamentos e información cuántica	127
Charlas	127
Posters	134
Física atómica y molecular	145
Charlas	145
Posters	150

Física médica	175
Charlas	175
Posters	188
Física nuclear	206
Charlas	206
Posters	211
Industria y Tecnología	217
Charlas	217
Posters	221
Materia Blanda	251
Charlas	251
Posters	269
Materia Condensada	293
Charlas	293
Posters	309
Mecánica estadística, física no-lineal y sistemas complejos	376
Charlas	376
Posters	384
Partículas y Campos	410
Charlas	410
Posters	418
Índice de Autores	425

Conferencias

Plenaria

Martes 19 de 10.00 a 11.00

Rectorado UNS - Aula Magna

La Unión Internacional de Física Pura y Aplicada comienza un nuevo siglo con una visión renovada

Silvina Ponce Dawson

UBA, FCEN, Departamento de Física, CONICET-UBA, IFIBA

La Unión Internacional de Física Pura y Aplicada (IUPAP) es la única Unión Científica Internacional dedicada a la física en su totalidad que conecta a físicos y físicas de todas las áreas temáticas y lugares del mundo. Creada en 1922 con 13 miembros, ahora cuenta con más de 60 miembros territoriales activos, siete de los cuales son de América Latina y el Caribe. En la Unión, Argentina está representada por la Asociación Física Argentina. La IUPAP entra en su segundo siglo de existencia con una visión y un plan de acción renovados. En esta charla describiré brevemente los objetivos de la IUPAP, sus acciones, logros pasados y planes futuros. Me concentraré especialmente en el impacto que ha tenido la Unión en nuestra región y discutiré posibles caminos futuros para fortalecer sus vínculos con la física local. Espero que esta charla contribuya a elaborar ideas sobre cómo coordinar acciones para incrementar el impacto de nuestras comunidades en el desarrollo tanto de la ciencia como de nuestros países. Esta coordinación contribuirá también con la misión de la IUPAP de ayudar al avance de nuestra disciplina, fomentar la cooperación internacional en física y poner el conocimiento adquirido al servicio del diálogo inter y transdisciplinario que coadyuve a resolver los problemas que enfrenta actualmente la humanidad.

Martes 19 de 11.30 a 12.30

Rectorado UNS - Aula Magna

Discovery and characterization of advanced materials using Artificial intelligence and precise electronic and chemical imaging techniques

María Carmen Asensio

Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid, España

Advanced materials have contributed significantly and even revolutionized diverse technology and industry fields like information technology, energy, medicine, transportation, environmental science, etc. The significant advances in these areas lead to faster, smaller, more energy-efficient, and more portable systems based on

intelligent properties that pave the way for continuously evolving innovative applications. A critical problem in this field is determining the electronic structure of sub-micrometric materials precisely and directly.

Recently, remarkable progress has been achieved in modern microscopies. However, even if they have attained exceptional lateral resolution, the problem of providing a robust spectroscopic and electronic characterization of materials at the nano- and mesoscopic-scale remains. This gap has been recently filled by an innovative and powerful k-space nanoscope or Nano-ARPES (Nano Angle-Resolved Photoelectron Spectroscopy). This cutting-edge nanoimaging technique can determine the momentum and spatial resolved electronic structure, disclosing the implications of heterogeneities and confinement on the valence band electronic states typically present close to the Fermi level. The kspace nanoscope can be effectively combined with chemical imaging based on core levels (and their chemical shifts) scanning photoemission can detect even very tiny different chemical environments. In this presentation, the more relevant Nano-ARPES results will be disclosed [1-7].

In parallel to this powerful experimental approach for materials characterization, recently, there has been an increasing interest in applying Artificial Intelligence (AI) tools [8-9] and their subclasses to better predict novel materials with designed properties. This collection of statistical methods has already obtained considerable success, particularly in the context of the materials genome initiative (MGI) [10]. However, compared to other fields, the materials data are typically much smaller and sometimes more diverse, which undoubtedly affects the construction and effectiveness of AI models. This presentation will describe a deep-learning approach to identify promising candidate energy storage materials. This data-driven method utilizes structural and electronic parameters from the Materials Project, NOMAD, and other available databases. The approach based on a graph neural network (GNN) model trained with a large-prepared dataset will be described, together with the employed techniques for interpretability and representation analysis. As raw data are vulnerable to noise, corruption, missing, and inconsistent data, pre-processing steps have been carried out using cleaning, integration, transformation, and reduction of the raw data. In some cases, respecting physicochemical criteria, we have also implemented data augmentation approaches to generate data and considerably reduce the error metrics of the used AI techniques.

References:

- [1] Y. Chen et al., Advanced Materials., on line first (12/05/2018): (2018).
- [2] H. Yi, et al., Appl. Phys. Lett. 112, 052102 (2018).
- [3] Y. Ma, et al., Nature Communications 8 (2017) 14231.
- [4] S.J. Gilbert, et al., ACS Appl. Mater. Interfaces. 12 (2020) 40525–40531.

- [https://doi.org/10.1021/acsmi.0c11892.](https://doi.org/10.1021/acsmi.0c11892)
- [5] K. Sakamoto, et al., Nano Lett. (2021) acs.nanolett.1c01100. <https://doi.org/10.1021/acs.nanolett.1c01100>.
- [6] V.L. Nguyen, et al, Nat. Nanotechnol. 16 (2021) 114–116. <https://doi.org/10.1038/s41565-020-00821-z>.
- [7] M.E. Dávila, et al., Sci Rep. 11 (2021) 15034. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-94664-w>.
- [8] R. Batra, L. Song, R. Ramprasad, Emerging materials intelligence ecosystems propelled by machine learning, Nat Rev Mater. (2020). <https://doi.org/10.1038/s41578-020-00255-y>.
- [9] T. Lombardo, et al., Artificial Intelligence Applied to Battery Research: Hypothesis or Reality?, Chem. Rev. (2021) acs.chemrev.1c00108. <https://doi.org/10.1021/acs.chemrev.1c00108>.
- [10] Materials Genome Initiative for Global Competitiveness, (2011), <https://www.mgi.gov>.

Martes 19 de 17.00 a 18.00

Rectorado UNS - Aula Magna

Física de la materia activa: ¿qué tan cuantitativo se puede ser?

Rodrigo Soto

Universidad de Chile, Santiago, Chile

Las bandadas de aves, los cardúmenes de peces, o incluso las suspensiones de bacterias se ordenan y coordinan en movimientos colectivos a gran escala. Estos ejemplos tienen en común que cada elemento toma energía del medio ambiente para generar movimiento, poniendo al sistema continuamente fuera del equilibrio, característica que define lo que llamamos materia activa.

La materia activa ha sido propuesta como un marco conceptual para la descripción de múltiples sistemas biológicos, aportando novedosas herramientas teóricas, experimentales y numéricas.

Por otro lado, la materia activa ha surgido como un paradigma de la mecánica estadística fuera del equilibrio, al mostrar que nuevos fenómenos surgen cuando se rompen la simetría de inversión temporal, la invarianza galileana y/o la reciprocidad de las interacciones. Con estos argumentos se han propuesto nuevas leyes universales para estos sistemas.

En esta charla estudiaré algunas de estas predicciones, contrastándolos con experimentos, con el fin de analizar si el paradigma de la materia activa es capaz de entregar resultados cuantitativos en fenómenos como el nado de las bacterias

y su respuesta quimiotáctica, la acumulación de microdardares en paredes, el autoensamblado de bacterias en micromotores y la dinámica de tejidos embrionarios.

Miércoles 20 de 9.00 a 10.00

Rectorado UNS - Aula Magna

Búsqueda de Nueva Física en la escala del TeV y el rol de Argentina en el experimento ATLAS del LHC-CERN (Gran Colisionador de Hadrones)

María Teresa Dova

Instituto de Física La Plata CONICET-UNLP, Argentina

El acelerador de partículas más poderoso del mundo, el LHC (Gran Colisionador de Hadrones), re-inició en 2022 su funcionamiento después de tres años de mejoras dando inicio al llamado Run-3, entregando las tan deseadas colisiones entre protones a los experimentos, como ATLAS, donde participan los grupos argentinos de altas energías. Desde entonces, se continúan recolectando datos de colisiones a energía récord de 13.6 TeV, lo que permite explorar una nueva región de energías nunca antes alcanzada. El histórico descubrimiento del bosón de Higgs y la determinación en los años siguientes de sus propiedades, cambió el escenario de la Física de altas energías para siempre, confirmando la existencia de la última pieza del Modelo Estándar (ME). Sin embargo, el ME carece de explicaciones para, entre otras, la naturaleza de la materia oscura, la asimetría bariónica cosmológica, las masas de neutrinos y otras cuestiones en el sector de Higgs, que sugieren la existencia de nueva Física en la escala del TeV accesible con las colisiones del LHC. En esta charla presentaremos una selección de los sorprendentes resultados de altísima precisión, evidencia de procesos nunca antes detectados experimentalmente y búsquedas de nueva Física, explotando todos los datos colectados en el Run-2 a energía de colisiones de 13 TeV, y también expondremos las primeras investigaciones realizadas con datos de Run-3. Se discutirán las sofisticadas metodologías experimentales y de análisis de datos, incluyendo técnicas de machine learning, los resultados experimentales y su interpretación abarcando la Física del bosón de Higgs, materia oscura, búsqueda de supersimetría y de nuevos fermiones y bosones, y otros fenómenos exóticos. El Run-3 será continuado por el LHC de alta luminosidad (HL-LHC) que se pondrá en marcha a finales de la década de 2020. Comentaremos brevemente los desarrollos en la Argentina para contribuir a las mejoras instrumentales del detector ATLAS para la era del HL-LHC.

Miércoles 20 de 10.00 a 11.00

Rectorado UNS - Aula Magna

Physical chemistry of polyelectrolyte assemblies: from polyelectrolyte nanoparticles to small molecule - polyelectrolytes complexes

Sergio Moya

Centro de Investigación Cooperativa en Biomateriales CIC biomaGUNE, San Sebastián

Polyelectrolytes are polymers bearing multiple charges. Polyelectrolytes respond to changes in ionic strength and pH varying conformation. They are easy to synthesize, assemble, and pattern, being excellent tools for nanofabrication. A large number of biomolecules that can be considered polyelectrolytes play important roles in biology, like proteins and many glycans.

Polyelectrolytes can associate with other polyelectrolyte molecules by attractive electrostatic interactions and for complexes, i.e. associations of molecules hold together by non covalent interactions. Polyelectrolytes can also complex small charged molecules. Complexation involving polyelectrolytes is a frequent phenomena in nature, and it is also has practical relevance as a mean for the encapsulation of charged drugs and therapeutics in drug carriers.

The design of polyelectrolyte based carriers for drug delivery is one the main research lines in our group. Besides therapeutic applications we are interested in the biological fate of the carriers, and in understanding physico chemical aspects of the complexation of small and large molecules with polyelectrolytes. The focus of this presentation will be to discuss fundamental issues related to the formation and complexes between polyelectrolyte carriers and charged therapeutics: nucleic acids, doxorubicin (chemotherapeutic agent), anthocyanins (antioxidants), among others, and their physico chemical characterization. For this a battery of experimental techniques will be applied: Time Lapsed NMR, diffusion NMR, Fluorescence Correlation Spectroscopy, Confocal Microscopy, TEM, Small Angle X Ray Scattering, Circular Dichroism, etc.

In the presentation it will be analysed how the electrostatic association among oppositely charged molecules can impose their spatial organization and lead to the formation of more complex supramolecular structures with new physico chemical characteristics. Colloidal properties of the complexes and their responsiveness to changes in the environment will be as well described. Finally, the physical chemistry of the complexes will be related to their therapeutic goals highlighting the relevance of the physical characterization for understanding biological fate and for the properly design of drug delivery systems.

Jueves 21 de 9.00 a 10.00

Rectorado UNS - Aula Magna

The physics of molecules within and beyond the

standard model

Robert Berger

Philipps-Universität Marburg, Alemania

Diatomeric and polyatomic molecules offer a wealth of opportunities to probe possible violations of fundamental symmetries as expected within the standard model of particle physics or as predicted by theories that describe new physics beyond this model.

In this talk, I plan to discuss selected recent developments in exerting quantum control on cold molecules in the gas phase [1-4], highlight latest progress in diatomic [1,5] and polyatomic chiral [6-8] molecules towards first detection of parity violating effects [9] that are predicted within the standard model, but have, despite considerable effort, not been detected so far, and outline perspectives to observe parity and time-reversal violating interactions beyond the standard model in specifically tailored molecules [4,5,10]. Finally, I intend to highlight briefly pathways to search for specific dark matter candidates with chiral molecules [11] and touch upon potential further tests of discrete symmetries with molecular systems.

- [1] T.A. Isaev, S. Hoekstra and R. Berger, Lasercooled RaF as a promising candidate to measure molecular parity violation, *Phys. Rev. A*, 2010, 82, 052521.
- [2] T. A. Isaev and R. Berger, Polyatomic candidates for cooling of molecules with lasers from simple theoretical concepts, *Phys. Rev. Lett.* 2016, 116, 063006.
- [3] T. A. Isaev and R. Berger, Towards ultracold chiral molecules, *Chimia*, 2018, 72, 375-378.
- [4] C. Zülch, K. Gaul, S. M. Giesen, R. F. G. Ruiz, R. Berger, Cool molecular highly charged ions for precision tests of fundamental physics, arXiv:2203.10333, 19 Mar 2022.
- [5] R. F. Garcia Ruiz et al., Spectroscopy of short-lived radioactive molecules, *Nature*, 2020, 581, 396-400; S. M. Udrescu et al., Isotope shifts of radium monofluoride molecules, *Phys. Rev. Lett.*, 2021, 217, 033001.
- [6] S. A. Brück, N. Sahu, K. Gaul, R. Berger, Quasi-relativistic approach to analytical gradients of parity violating potentials, *J. Chem. Phys.*, 2023, 158, 194109;
- [7] N. Sahu, K. Gaul, A. Wilm, M. Schnell, R. Berger, Towards detection of molecular parity violation by microwave spectroscopy of CpRe(CH₃)(CO)(NO), arXiv:2303.08263, 14 Mar 2023.
- [8] B. A. Stickler, M. Diekmann, R. Berger, D. Wang, Enantiomer superpositions from matter-wave interference of chiral molecules, *Phys. Rev. X*, 2021, 11, 031056.
- [9] R. Berger and J. Stohner, Parity Violation, *WIREs Comput. Mol. Sci.*, 2019, 9, e1396.
- [10] K. Gaul and R. Berger, Toolbox approach for quasi-relativistic calculation of molecular properties for precision tests of fundamental physics, *J. Chem. Phys.*, 2020, 152, 044101.

- [11] K. Gaul, M. G. Kozlov, T. A. Isaev, R. Berger, Chiral molecules as sensitive probes for direct detection of P-odd cosmic fields, *Phys. Rev. Lett.*, 2020, 125, 123004; Parity nonconserving interactions of electrons in chiral molecules with cosmic fields, *Phys. Rev. A*, 2020, 102, 032816.

Jueves 21 de 10.00 a 11.00

Rectorado UNS - Aula Magna

Mecanismos de conversión entre calor y trabajo en sistemas cuánticos

Liliana Arrachea

Escuela de Ciencia y Tecnología, UNSM, Buenos Aires, Argentina

Las máquinas térmicas y los refrigeradores han sido instrumentos claves de la revolución industrial de comienzos del siglo pasado. En estos días, los dispositivos electrónicos desarrollados en la “primera revolución cuántica” son componentes esenciales de nuestra rutina cotidiana. A la vez, se está gestando la llamada “segunda revolución cuántica”. La realización y manipulación de los efectos cuánticos en la materia incluye operaciones que sacan al sistema del estado del equilibrio y/o la generación de corrientes eléctricas. Se llevan a cabo en condiciones especiales, en particular, temperaturas ultra-bajas. En este contexto, es de crucial interés el control de la disipación de la energía, la utilización del calor del ambiente para transformarlo en trabajo y la implementación de mecanismos de enfriamiento. En la charla se propone discutir el concepto de la conversión de energía en el régimen cuántico, y presentar contextos, ejemplos teóricos y experimentales en estructuras de materiales topológicos y qubits. Muy especialmente: se propone presentar resultados experimentales recientes, únicos en Argentina, llevados a cabo por investigadores de INTI, en colaboración con CNEA y ETH.

Viernes 22 de 10.00 a 11.00

Rectorado UNS - Aula Magna

La Resuspensión de Partículas Micrométricas: el rol de la Física en su estudio y la creciente necesidad ambiental de predecirla

Ana María Vidales

Laboratorio de medios Granulares, Instituto de Física Aplicada, CONICET-UNSL, San Luis

El problema de la resuspensión o desprendimiento de partículas de polvo (1 a 100 um) previamente depositadas en una superficie sólida, está asociado con el despegue aerodinámico y otros mecanismos de perturbación mecánica de dichas

partículas. Este fenómeno está presente en muchos procesos industriales y también cotidianos y, dependiendo del caso, debe ser limitado para evitar la contaminación superficial, (por ej., la acumulación de polvo sobre una celda solar) o debe ser evitado cuando las partículas son de materiales peligrosos (partículas radioactivas en plantas nucleares, contaminantes ambientales, partículas sólidas en ambientes de hospitales, gérmenes patógenos, etc.).

El rol del flujo de un fluido en la resuspensión de partículas ha sido estudiado experimentalmente por años. Muchos estudios miden la cantidad de partículas remanentes sobre la superficie una vez que han sido expuestas a un flujo controlado. Los dispositivos más usados para estudiar el este fenómeno han sido los túneles de viento (de canal rectangular) donde el flujo puede caracterizarse con relativa facilidad para el caso de una capa viscosa bien desarrollada, siendo útiles para estudios de resuspensión atmosférica (arenas, sedimentos, polvo) y en ductos de ventilación. En el caso de accidentes nucleares, la capacidad de predecir la dinámica de resuspensión de polvos radioactivos es fundamental para el control de la contaminación, tanto en ambientes internos de las plantas termonucleares como en la atmósfera circundante. Por ello, es necesario realizar experiencias de laboratorio para convalidar cualquier modelo teórico de predicción propuesto.

Por ejemplo, para las cámaras toroidales con bobinas magnéticas (del ruso “tokamaks”) usadas en la fusión nuclear, la presencia de polvos es peligrosa si llegase a ocurrir una pérdida de presión en las instalaciones en caso de un accidente. En este sentido, se han realizado recientemente experimentos con partículas de tungsteno sobre superficies sometidas a fuerzas aerodinámicas a fin de medir las fuerzas de adhesión de dichas partículas sobre la superficie y estudiar el fenómeno de resuspensión en función de parámetros clave como el tamaño y forma de las partículas, la velocidad de fricción del fluido y la densidad de la atmósfera. Los resultados obtenidos para monocapas demuestran un buen acuerdo con modelos ya existentes, pero la distribución de fuerzas de adhesión encontradas es ciertamente diferente para valores pequeños de dichas fuerzas. Por otro lado, la fracción de partículas resuspendidas es mucho mayor para partículas pequeñas que lo que predicen los modelos clásicos para monocapas. Para multicapas de tungsteno, los resultados experimentales no pueden explicarse con los modelos existentes. En efecto, en el problema de la resuspensión en multicapas, las incógnitas respecto al movimiento de las partículas es aún un tema abierto y puede decirse que el entendimiento del problema hasta el presente es sólo preliminar. En esta situación, podemos esperar que a las interacciones tenidas en cuenta en el caso de monocapa, se deban agregar los efectos interactivos entre partículas y entre clusters de partículas. En consecuencia, la dinámica del problema no es sencilla y la inclusión de todos los parámetros en juego en la iniciación del movimiento de las partículas no es directa. Por ello, además de la realización de experimentos, las simulaciones

numéricas aportan valiosa información a la descripción buscada.

Hasta el presente, todavía son necesarios una investigación más profunda de los principales mecanismos observados experimentalmente como los responsables en la puesta en movimiento de las partículas y el desarrollo de modelos adecuados que los describan. En el caso particular de la Argentina, no se cuenta hasta ahora con ninguna investigación sistemática con aportes de estudios básicos que sean aplicables al problema de la física de la resuspensión de partículas. Esto a pesar de la importancia que hoy en día tienen los temas relacionados al medio ambiente y, en especial, la vigencia de la discusión sobre la contaminación ambiental.

Semiplenaria

Miércoles 20 de 14.00 a 14.30

Rectorado UNS - Aula Magna

Detectores de fotón único basados en nanoalambres superconductores

Néstor Haberkorn

División Bajas Temperaturas, CAB, Bariloche, Argentina

Los sensores de radiación de fotón único son un campo muy activo de investigación dado su utilidad en proyectos de astrofísica. Una posible forma de construir los mismos es lo que se conoce como detectores de borde de transición. Estos se basan en el calentamiento producido por la absorción de un cuanto de la radiación, asociado a una transición de fase donde una propiedad física cambia ordenes de magnitud como función de temperatura en un rango de temperatura muy acotado. Usualmente se utiliza una transición superconductora de un film donde la propiedad física es la resistencia eléctrica.

Miércoles 20 de 14.00 a 14.30

Rectorado UNS - Salón Fundadores

Presentación del libro: “Sólidos: un enfoque conceptual”

Valeria Ferrari

Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Instituto de Nanociencia y Nanotecnología (INN), Centro Atómico Constituyentes (CAC), Departamento de Física de la Materia Condensada, Argentina

En esta charla quiero presentarles mi libro “Sólidos: un enfoque conceptual” recientemente publicado por la Editorial Reverté en España. Este libro de texto

presenta una introducción al fascinante universo de la física del estado sólido a todos aquellos que necesiten acercarse por primera vez a este campo, mediante un enfoque didáctico y coloquial.

Sabemos que existen numerosos y excelentes libros que introducen la Física del estado sólido. Sin embargo, muchos de esos libros exigen conocimientos y herramientas físicas o matemáticas complejas. Este libro, en cambio, presenta la física del estado sólido partiendo desde conceptos simples y, paulatinamente, va construyendo el conocimiento hacia los conceptos más complejos.

El trabajo actual (tanto de desarrollo como de investigación) en Ciencia de Materiales se nutre de un enfoque interdisciplinario, en el cual confluyen saberes muy diversos, no sólo de física o química, sino también de diferentes ramas de ingeniería y, más recientemente, de biología o medicina. Esta interdisciplina exige que el conocimiento de la física del estado sólido pueda ser abordado desde diversas ramas de ciencias e ingenierías. Este libro busca ser parte de ese aprendizaje.

Explicaré la forma en la que está estructurado el libro, que comienza desde el origen de los sólidos y las estructuras en las cuales éstos cristalizan pasando por la dinámica que da lugar a las ondas de sonido en materiales. En el libro también se incluyen las propiedades térmicas de los materiales y las propiedades electrónicas de metales, aislantes y semiconductores poniendo énfasis en el análisis de estructuras de bandas e introduciendo las propiedades ópticas. Se incluye un capítulo que integra y entrelaza conceptos claves y el libro cierra con un relato imaginario y lúdico que permite relacionar lo aprendido con situaciones de la vida cotidiana. Contaré acerca del proceso de escritura y edición que conlleva un libro de estas características, porque esta charla también busca ser inspiradora para quienes tengan una forma diferente de introducir un campo del conocimiento con el objetivo que ese conocimiento llegue a una mayor cantidad de personas, a través de un libro relatado con un enfoque conceptual.

Jueves 21 de 11.30 a 12.00

Rectorado UNS - Salón Fundadores

Machine Learning en Space Weather

María Graciela Molina

Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, FACET-UNT, Tucumán, Argentina

En los últimos tiempos las diferentes técnicas de inteligencia artificial han aportado significativamente a la investigación científica incluyendo a la física. Esto se debe a la conjunción de factores como ser la madurez de algoritmos de machine learning (ML), la disponibilidad de grandes volúmenes de datos, el acceso a sistemas de cómputo de gran capacidad y a librerías de programación cada vez más optimizadas.

La Meteorología del Espacio o Space Weather (Swx) no es ajena a esta tendencia y también ha comenzado a beneficiarse de las técnicas de ML ya sea para clasificar regiones activas en el sol, pronosticar la ocurrencia de tormentas geomagnéticas o el impacto en la alta atmósfera terrestre, e incluso calibrar automáticamente instrumental, entre muchos otros casos. Uno de los impactos más importantes, y que afectan directamente a las telecomunicaciones, son las perturbaciones en la ionósfera debido a la ocurrencia de tormentas geomagnéticas. En particular, es de interés el pronóstico de uno de los parámetros ionosféricos más importantes, el TEC (Total Electron Content) o contenido electrónico total. En esta charla se mostrarán resultados sobre diferentes técnicas de ML (LSTM, GRU y CNN) aplicadas al pronóstico global de TEC a 24 hs utilizando una variable de SWx externa (índice geomagnético Kp). Además se discutirán diferentes etapas desde el punto de vista de la Ciencia de Datos incluyendo la preparación de los conjuntos de datos, la elección de características, la optimización de hiperparámetros, etc.

Jueves 21 de 11.30 a 12.00

Rectorado UNS - Aula Magna

El vacío de cargas magnéticas en hielos de spin: estudio experimental de una transición de fase topológica

Rodolfo Borzi

Instituto de Física de Líquidos y Sistemas Biológicos, IFLYSIB, La Plata, Argentina

Los materiales magnéticos conocidos como “hielos de spin” permanecen desordenados hasta las temperaturas más bajas alcanzables. Su desorden no se parece al de un paramagneto: es correlacionado. Los múltiples estados fundamentales se caracterizan por una magnetización local $M(r)$ que cumple con la condición $\text{div}(M)=0$, y su energía libre asociada es como la energía de un campo eléctrico en el vacío. Las excitaciones, bautizadas como monopolos magnéticos, también son peculiares. Están localizadas allí donde $\text{div}(M)\neq 0$, y viajan por el material (como cargas en el vacío hecho de spines) interactuando aproximadamente con un potencial Coulombiano.

Desde hace algunos años que se conoce una característica experimental distintiva de ese vacío magnético: el patrón de difracción de neutrones a baja temperatura tiene “pellizcos”, en lugar del patrón isotrópico de los paramagnetos, o de los picos de Bragg de los sistemas ordenados. Se dice que la magnetización es un campo de gauge emergente, y el estado desordenado una “fase de Coulomb”. Lo anterior puede sonar algo exótico, y es lógico preguntarse si no existe una consecuencia experimental más inmediato de la existencia de este campo emergente. El hecho de que las líneas de M no comiencen ni terminen, ¿no cambia de alguna forma las

propiedades de las curvas de magnetización?

En esta charla, luego de dar una introducción a estos materiales, responderemos la pregunta anterior afirmativamente. Mediante medidas de magnetización y susceptibilidad alterna veremos consecuencias termodinámicas y dinámicas de las propiedades topológicas de M . Las curvas de magnetización para un campo magnético B paralelo a la dirección [001] resultan convexas hacia arriba (en lugar de serlo hacia abajo como en los paramagnetos) en un rango amplio de campos. Además, medir estas curvas en dos materiales distintos nos permitirá construir el diagrama de fases de una transición de fase topológica predicha en estos sistemas en 2008: una “transición de Kasteleyn” en tres dimensiones.

Jueves 21 de 12.00 a 12.30

Rectorado UNS - Salón Fundadores

From physics to drug discovery

Alejandro Giorgetti

Verona University, Verona, Italia

La reconstrucción, el análisis y la simulación de redes biológicas a nivel subcelular, conducen a la comprensión de la interacción de múltiples proteínas y redes, permitiendo así capturar una imagen más completa de los mecanismos fisiológicos. La Biología de Sistemas es utilizada en el proceso de descubrimiento y desarrollo de fármacos para estudiar modelos farmacológicos a nivel molecular, pero su uso está aún en sus primeras fases. Esto se debe principalmente a la falta de un lenguaje común para anotar, intercambiar, reutilizar y actualizar modelos de redes bioquímicas, así como a la ausencia de un marco de interrelación entre la biología estructural y la de sistemas.

En el seminario presentaré una plataforma computacional open-source de biología de sistemas, creada para explorar modelos matemáticos de vías de transducción de señales de GPCRs (Receptores acoplados a proteínas G), principales target farmacológicos. La plataforma permite explorar y predecir el cambio de concentración de especies moleculares de señalización en función del tiempo a nivel subcelular. Como segundo objetivo, la plataforma integra la información obtenida utilizando técnicas de biofísica computacional con simulaciones de biología de sistemas, para estudiar los modos de acción de los GPCRs a nivel molecular y subcelular. Esta integración de datos a nivel multi-escala facilitara el proceso de medicina de precisión.

Jueves 21 de 12.00 a 12.30

Rectorado UNS - Aula Magna

Micromáquinas de silicio: aplicaciones a las ciencias básicas y aplicadas

Flavio Pardo

Nokia - Bell Labs. Silicon Lightwave Models Line (SLIMLine) Murray Hill, Nueva Jersey, EEUU

En esta charla repasaré algunas aplicaciones de los sistemas micro-electro-mecánicos (MEMS por sus siglas en inglés), concentrándome específicamente en dispositivos desarrollados por nuestro grupo en Nokia - Bell Labs haciendo uso de “fundiciones”. Estas fundiciones, muy comunes en la industria de los semiconductores microelectrónicos, permiten el acceso a tecnologías avanzadas a través de proyectos multi-usuario con un costo accesible.

Cubriré aspectos del diseño, fabricación y aplicaciones que abarcan mediciones de propiedades de materiales superconductores a baja temperatura, dispositivos para técnicas no invasivas de diagnósticos médicos y telecomunicaciones por fibra óptica.

Premio Giambiagi 2022

Viernes 22 de 9.00 a 10.00

Rectorado UNS - Aula Magna

Nanoscopía de fluorescencia con uso eficiente de fotones mediante el escaneo de mínimos de intensidad de luz

Luciano Masullo

Max Planck Institute of Biochemistry, Munich, Alemania

La microscopía de superresolución, o más precisamente las técnicas de nanoscopía de fluorescencia [1], han revolucionado la obtención de imágenes basadas en la fluorescencia alcanzando resoluciones mucho más allá del límite de difracción de la luz de 200-300 nm. Aunque no existe un límite fundamental para la resolución espacial de la nanoscopía, en la práctica se alcanzan entre 20 y 30 nm de resolución lateral debido al limitado número de fotones de fluorescencia detectables, impuesto principalmente por la fotodegradación de los fluoróforos. Alcanzar el régimen de sub-10 nm es de sumo interés ya que ese es el tamaño típico de las proteínas estructurales y por lo tanto permitiría extender la aplicación de estos métodos a estudiar las estructuras proteicas supramoleculares con resolución molecular en condiciones biológicamente compatibles [2].

En esta Tesis de Doctorado se desarrollaron a nivel teórico [3] y experimental distintos métodos de nanoscopía de fluorescencia basadas en la excitación de

moléculas fluorescentes con patrones de luz estructurada y detección a nivel de moléculas y fotones individuales. En particular se obtuvieron resoluciones espaciales de 50 nm en videonanoscopía de células vivas [4] y de hasta 1 nm usando patrones de intensidad con mínimos locales de excitación en experimentos de seguimiento (tracking) [5] e imágenes [5,6] de moléculas individuales.

- [1] Sahl et al, *Nature Reviews Molecular Cell Biology* 18, 685–701 (2017)
- [2] Masullo et al, *Biophysical Reviews* 13, 1101-1112 (2021)
- [3] Masullo et al, *Biophysical Reports* 2, 100036 (2022)
- [4] Masullo et al, *Nature Communications* 9, 3281 (2018)
- [5] Masullo et al, *Nano Letters* 21, 1, 840-846 (2021)
- [6] Masullo et al, *Light: Science and Applications* 11, 199 (2022)

Charla debate

Miércoles 20 de 11.30 a 12.30

Rectorado UNS - Aula Magna

Open science and open access, is it sustainable?

Henrik Rudolph

Netherlands Defense Academy - Editor-in-Chief Applied Surface Science, Breda, Países Bajos

Open science and open access publication refer to the practice of making scientific research and data openly available to the public. Advantages of open science include increased transparency and reproducibility of research, as well as improved collaboration and access to information for scientists and the general public. Open access publication, in which research is made freely available online, can also increase the impact and reach of a study. However, there are also potential disadvantages to consider, such as concerns about the financial sustainability of open access journals and the potential for increased pressure to publish. Additionally, there may be ethical concerns about the release of certain types of sensitive data. Overall, open science and open access publication represent important trends in the scientific community, but it is important to consider the potential pros and cons in order to make informed decisions about their implementation.

Viernes 22 de 11.30 a 12.30

Rectorado UNS - Aula Magna

¿Cómo pensar un sendero de transición energética para un país en desarrollo en América Latina?

Diego Hurtado

Universidad Nacional de San Martín - Secretario de Planeamiento y Políticas en Ciencia, Tecnología e Innovación del MINCyT, Buenos Aires, Argentina

Se argumentará que el problema de la transición energética para la Argentina es, primero, geopolítico –y se manifiestan en la capacidad de nuestro país de revertir “reglas de juego” adversas–; luego es un problema institucional, organizacional y empresarial; y, finalmente, es un problema de cambio tecnológico. En esta dirección, se argumenta a favor de que el sendero de transición energética para Argentina debe: (i) optimizar las capacidades industriales y tecnológicas; (ii) maximizar la acumulación de capacidades autónomas y creación de empleo de calidad; (iii) concebirse como una gradualidad que no perjudique a las provincias con hidrocarburos; y (iv) en caso de recurrir a la inversión extranjera directa, se debe tener la capacidad de negociar procesos de transferencia de tecnología y una participación incremental de empresas nacionales. A partir de estas premisas, se discute el siguiente interrogante: ¿el Estado argentino tiene las capacidades de liderazgo, coordinación, generación de incentivos y disciplinamiento para afrontar la dimensión del cambio institucional y organizacional que supone la transición energética? Finalmente, para aportar elementos para la discusión de este interrogante, se analizaron los casos del litio, el sector eólico y el sector nuclear en Argentina.

Charla de Actividad de Divulgación

Miércoles 20 de 18:30 a 19:30

Rectorado UNS - Aula Magna

La masacre de Trelew: historia de una reconstrucción

Rodolfo Pregliasco

Grupo de Física Forense - CAB - CONICET

En 2007 fui consultado para hacer una reconstrucción sobre la Masacre de Trelew, en la Base Almirante Zar y a pesar de tener muchas dudas, asumí el desafío. En el coloquio contaré cómo organizamos el equipo y el trabajo que hicimos. La relevancia que tuvo en el juicio en la Argentina. Cómo esos hallazgos resultaron claves en el juicio que se hizo el año pasado en Miami.

Rodolfo Pregliasco es Dr. en Física de la UBA, Investigador del CONICET y Director del Grupo de Física Forense del Centro Atómico Bariloche.

Ha actuado en numerosos casos, utilizando nuevas aplicaciones creativas de la ciencia en el ámbito forense. Junto con el Dr. Ernesto Martínez en el desarrollo

de la técnica de ecolocación de disparos, que permite ubicar el origen de un disparo a partir del sonido registrado en una cámara, relevando las características acústicas del escenario.

Ha editado, junto con el Dr. Saccomanno la primera parte del “Manual de Evidencia Científica” destinado a operadores del Poder Judicial, que es un manual de consulta solicitado por el Superior Tribunal de la Provincia de Río Negro.

Es Director del Grupo de Física Forense del Centro Atómico Bariloche y miembro del Comité Asesor del Programa de Ciencia y Justicia del CONICET.

Otras actividades

Ciclo de cine-debate

Maelström 2001



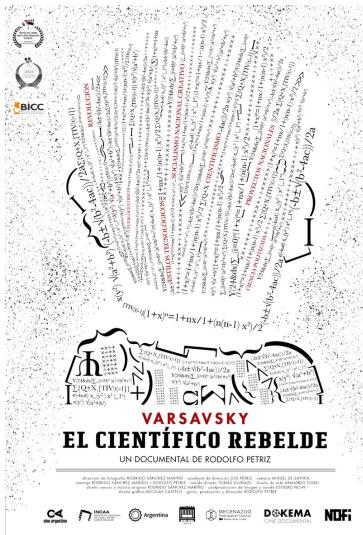
Martes 19 - 18:00 hs - Aula Magna

En primer lugar, presentaremos el documental "Maelström 2001", dirigido por Juan Pollio. Esta película reconstruye de manera detallada los cinco trágicos asesinatos cometidos por la Policía Federal durante las manifestaciones contra el gobierno de Fernando de la Rúa en la Ciudad de Buenos Aires. Esta obra es una creación del equipo de Conicet Documental, la productora perteneciente al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, en colaboración con el equipo técnico del Programa Nacional de Ciencia y Justicia del Consejo.

SINOPSIS

El 20 de diciembre de 2001 cinco personas fueron asesinadas y cientos heridas por la represión policial. Creado por el físico Rodolfo Pregliasco, un panóptico fotográfico sincroniza las imágenes de esa jornada para reconstruir los hechos que opacaron la democracia argentina.

Varsavsky, el científico rebelde



Miércoles 20 - 19:30 hs - Aula Magna

Además, presentaremos la película "Varsavsky, el científico rebelde", un documental dirigido por Rodolfo Petriz que aborda las intersecciones entre las matemáticas y el compromiso social. Este filme rinde homenaje al científico y escritor argentino, destacando su papel como una "voz disruptiva en la relación entre ciencia, política y sociedad".

SINOPSIS

Un periodista lee que en los '60 no había laboratorio en Argentina que no discutiera las provocadoras propuestas sobre ciencia del matemático y pionero de la computación Oscar Varsavsky. Comienza así una indagación para conocer quién fue este científico y cuáles eran sus polémicas ideas. Gracias a ello, logra descubrir a un científico profundamente preocupado por el cambio social y que enfatizaba la necesidad del compromiso del hombre de ciencia con la política de su tiempo.

Jueves 21 de 17:30 a 19:30	Rectorado UNS - Aula Magna
----------------------------	----------------------------

Asamblea de la AFA

Viernes 22 de 14.00 a 16.00	Rectorado UNS - Aula Magna
-----------------------------	----------------------------

Mesa Redonda de la Subcomisión de Género

La Subcomisión de Género celebrará una Mesa de debate titulada: "Explorando la comunidad de Física argentina: ¿cómo somos? ¿qué queremos?" el día **Viernes 22 de 14.00 a 16.00**.

Expondrán integrantes y ex integrantes de la SG de la AFA sobre las actividades de caracterización y análisis del conjunto de quienes hacen Física en Argentina que han llevado adelante en el seno de la SG.

Atmósfera, tierra y agua

Charlas

Jueves 21 de 14:40 a 15:00

Biblioteca Rivadavia - Sala 1

Cambios a largo plazo en el óvalo auroral vinculados a variaciones seculares del campo magnético de la Tierra y tendencias de la actividad geomagnética.

Ochoa J A¹, Zossi B², Elias A G²

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

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Universidad Nacional de Tucumán (UNT), INFINOA

Los cambios en el campo magnético terrestre y la actividad geomagnética a través de las condiciones del viento solar pueden modificar notablemente los óvalos aurorales, los cuales son las regiones de precipitación más frecuente de partículas energéticas que causan las auroras.

Estos dos agentes de cambio presentan tendencias a largo plazo: la conocida variación secular del campo magnético terrestre y el ciclo de Gleissberg de actividad solar-geomagnética. En este trabajo se comparan ambas fuentes de cambio durante la misma escala de tiempo, estimando las variaciones en los límites de la zona auroral y su área, como consecuencia de la actuación independiente de cada una a lo largo del período 1932-2022. Estas últimas 9 décadas son el período cubierto por la disponibilidad del índice de actividad geomagnética Kp. En el primer caso, el IGRF se usa para estimar la evolución temporal de la zona encerrada por las latitudes geomagnéticas fijas típicas de los límites aurorales durante niveles de actividad geomagnética tranquila, considerando condiciones interplanetarias estables y asumiendo relaciones de escala para un campo puramente dipolar. En el segundo caso, bajo condiciones de campo magnético fijo de la Tierra, se utiliza un modelo basado en Kp considerando una media móvil de 11 años de éste, para filtrar las variaciones a corto plazo típicas de la actividad geomagnética. Finalmente se realiza un análisis comparativo entre la evolución de los óvalos aurorales durante estas últimas 9 décadas.

Contacto: Jose Ochoa, joseau8a@gmail.com

Jueves 21 de 15:00 a 15:20

Biblioteca Rivadavia - Sala 1

Estimación de la precipitación a partir de datos del radar meteorológico RMA1 usando técnicas de Machine Learning

Contizanetti M^{1 2}, Suárez M^{3 4}, Bürgesser R^{1 2}, Luque M^{1 2}

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

² Instituto de Física Enrique Gaviola (IFEG)

³ Instituto de Estudios Avanzados en Ingeniería y Tecnología

⁴ Laboratorio de Radar y Sensores Remotos

La precipitación juega un papel clave en la comprensión de los ciclos del agua a nivel mundial, continental y regional. Las mediciones o estimaciones precisas de la precipitación son vitales en modelos de pronóstico climático, hidrológico y meteorológico. Por lo tanto, se ha construido una gran infraestructura en todo el mundo para medir la precipitación y sus distribuciones espacio-temporales. Los instrumentos típicos incluyen pluviómetros que pueden medir directamente la lluvia y sensores remotos, como radares meteorológicos y satélites, que pueden estimar indirectamente la precipitación.

Los pluviómetros se han utilizado tradicionalmente para la estimación de la precipitación. Herramientas más modernas como los radares meteorológicos terrestres han demostrado ser útiles no solo en la observación de precipitación de alta resolución en áreas amplias en un período de tiempo relativamente corto sino también para caracterizar la microfísica de la precipitación mediante la observación de la estructura interna de las tormentas y las distribuciones del tamaño de las gotas de lluvia asociadas [1].

En nuestro país, el Proyecto SiNaRaMe (Sistema Nacional de Radares Meteorológicos) consiste en la gestión, integración y operación de todos los radares meteorológicos del país en una red de observación hidrometeorológica en tiempo real, con el objetivo de detectar diversos eventos de tiempo severo y mejorar la eficiencia de los pronósticos a corto plazo. En Córdoba Capital contamos con el radar meteorológico RMA1, instalado a principios del año 2015 en el predio de la Ciudad Universitaria de la Universidad Nacional de Córdoba (UNC). Su tecnología de doble polarización nos permite distinguir la forma, tamaño y composición de los hidrometeoros presentes en la atmósfera y la tecnología Doppler permite medir la velocidad radial de los mismos midiendo la diferencia de fase entre el pulso emitido y el eco recibido. En particular, nos permite estimar la precipitación a partir de relaciones empíricas construidas a partir del factor de reflectividad horizontal ZH y la tasa de precipitación R en mm h⁻¹ medida en superficie por otros sensores remotos como disdrómetros o pluviómetros. Dichas relaciones empíricas dependen de la geografía del lugar, de la estación del año, del tipo de tormenta e incluso pueden variar dentro de una misma tormenta. Es por ello que es de suma importancia realizar mediciones y estimaciones locales para desarrollar una

relación empírica que sea representativa de nuestra región.

En los últimos años, diversas técnicas de aprendizaje automático (machine learning) se han empleado en la investigación de fenómenos atmosféricos [1-2]. El uso de estas técnicas permite predecir y clasificar eventos a partir de variables atmosféricas relevantes. Además, dichas técnicas presentan ventajas relacionadas al rendimiento computacional ya que los modelos de aprendizaje automático se ejecutan más rápido con muchos menos recursos informáticos que los modelos basados en ecuaciones diferenciales que se utilizan actualmente en los centros operativos.

En la actualidad, en la Provincia de Córdoba, existen redes de estaciones meteorológicas (REPROMMAT y SGA-INACIRSA) que miden precipitación y niveles de ríos en tiempo real y son utilizadas para la toma de decisiones. Sin embargo, no se cuenta con estimadores de precipitación operativos a partir de datos del radar RMA1.

Es por ello, que consideramos que haciendo uso de técnicas de machine learning y combinando datos locales de radar y de pluviómetros, es posible desarrollar un modelo numérico capaz de predecir la precipitación en la región.

Referencias

- [1] Anochi JA, de Almeida VA, de Campos Velho HF. (2021). Remote Sensing, 13(13):2468.
- [2] Chen, H., Chandrasekar V., Cifelli R., Xie P. (2020). IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, vol. 58, no. 2, pp. 982-994.

Contacto: Malena Contizanetti, malenacontizanetti@gmail.com

Jueves 21 de 15:20 a 15:40

Biblioteca Rivadavia - Sala 1

Análisis del parámetro ionosférico foF2 mediante funciones ortogonales empíricas para la región de Latinoamérica

Duran T¹², Melendi Y¹²³, Buezas F S¹², Padula Villagra C A³⁴, Juan A¹², Elías A G⁴⁵

¹ Universidad Nacional del Sur (UNS)

² Instituto de Física del Sur (IFISur)

³ Tucumán Space Weather Center, FACET, UNT, Tucumán, Argentina

⁴ Universidad Nacional de Tucumán (UNT)

⁵ Instituto de Física del Noroeste Argentino (IFINOA)

Las funciones ortogonales empíricas (Empirical Orthogonal Functions, EOFs) han sido ampliamente utilizadas para representar datos meteorológicos y climatológicos, así como para modelar empíricamente la ionosfera. Esta metodología

tiene la ventaja de proporcionar una representación de los datos en términos de combinaciones lineales de funciones ortogonales. En este estudio, centrado en los datos de foF2 (frecuencia crítica de la capa ionosférica F2), se emplean EOFs para descomponer la serie temporal en componentes fundamentales que contribuyen a su variabilidad.

La serie de foF2 utilizada abarca un período de tiempo desde 1960 hasta 2022 y geográficamente se extiende desde 30°N hasta 90°S y desde 120°O hasta 20°E. La resolución espacial utilizada es de 3°x3°, lo que proporciona una cobertura detallada de la región de América Latina. Estos datos fueron generados utilizando el modelo de Referencia Internacional de la Ionosfera (IRI) (Bilitza et al., 2022), un modelo empírico de la ionosfera que utiliza datos de una red global de instrumentos como ionosondas y satélites.

Mediante el método EOF aplicado a la serie de foF2 se identifican componentes o patrones de variabilidad, que luego facilitan la identificación de los principales mecanismos que las originan. Estas componentes pueden incluir tendencias temporales, ciclos estacionales, fluctuaciones a corto plazo y patrones espaciales. La descomposición ortogonal permite la separación y el análisis individual de estas componentes, lo que facilita una comprensión más profunda de los procesos subyacentes que afectan la variabilidad de foF2. Esto es especialmente útil para identificar anomalías, patrones de comportamiento atípicos o cambios significativos a lo largo del tiempo y el espacio. Entender y caracterizar estos patrones puede brindar información valiosa sobre los procesos y la dinámica de la ionosfera, lo que contribuye directamente a nuestra comprensión de las condiciones meteorológicas espaciales.

Referencias

Bilitza, D., Pezzopane, M., Truhlik, V., Altadill, D., Reinisch, B. W., Pignalberi, A. (2022). The International Reference Ionosphere model: A review and description of an ionospheric benchmark. *Reviews of Geophysics*, 60.

Contacto: Trinidad Duran, trinidad.duran.94@gmail.com

Posters

Poster ID: **AT-1**

Estudio integral de la cuenca del Abaucán a partir

de Información Geográfica

Ortiz E D V^{1 2}, Montivero M E², Rodriguez G D², Rivero C I², Vélez Ortiz R D V², Tejeda V G³, Acevedo R E², Agüero C O⁴

¹ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas, Universidad Nacional de Catamarca

² Universidad Nacional de Catamarca (UNCa)

³ Universidad Nacional de La Rioja (UNLaR)

⁴ Universidad Tecnológica Nacional (UTN), Regional La Rioja

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU, propone una guía para mejorar la calidad del agua reduciendo la contaminación, esto es una de las metas planteadas en el objetivo N° 6 “Agua y Saneamiento”. La cuenca del Abaucán es una cuenca hidrológica, cuyo cauce principal es el río Abaucán, que nace de la confluencia de los ríos Fiambalá y Chaschuil y es una de las principales cuencas hídricas de Catamarca. Se sitúa a unos 350 km al oeste de la capital catamarqueña en el Departamento Tinogasta. El clima es predominantemente árido, caracterizado por precipitaciones escasas y una alta evapotranspiración. La topografía de la cuenca es montañosa, con altas elevaciones en la cordillera de los Andes y una pendiente descendente hacia el este. La disponibilidad de agua es limitada debido a las características climáticas y topográficas. La falta de precipitaciones regulares y la alta evaporación contribuyen a la escasez de este recurso en la región. Esta situación puede tener un impacto significativo en la agricultura y el suministro de agua para las comunidades locales. Por las características particulares de la cuenca es necesario un estudio integrado mediante el procesamiento de imágenes satelitales para realizar análisis hidrológico general. Se realizó la generación de la base de datos alfa numérica y cartográfica con las características generales y en detalle de la cuenca, junto con la elaboración de una base de datos alfa numérica. De los resultados obtenidos con la información cartográfica, se pudo desarrollar un modelo de análisis georreferenciado, aplicados a la zona de estudio, obtenidos con GIS, con el Software libre Google Earth Pro. Se puede concluir que las herramientas informáticas permitieron validar el manejo integrado de cuencas hídricas y el ordenamiento territorial para la realización de la base cartográfica válida para consulta, identificando y representando las características hídricas de la cuenca. El estudio de los recursos hídricos y los ecosistemas naturales es fundamental para garantizar un uso sostenible de la cuenca y mantener su valor ecológico y socioeconómico.

Poster ID: AT-2

Estudio espacial y temporal de los microplásticos presentes en el arroyo Langueyú, ciudad de Tandil, Provincia de Buenos Aires

Montecinos S^{1 2 3}, Tognana S^{4 1 2}, Frosinini C^{4 1 2}, Gil M¹, Grigera A¹, Ascasuri

M¹

¹ Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNICEN), Fac. de Cs. Exactas, IFIMAT

² Centro de Investigaciones en Física e Ingeniería del Centro de la Provincia de Buenos Aires (CIFICEN), UNCPBA-CICPBA-CONICET

³ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

⁴ Comisión de Investigaciones Científicas (CIC)

Los microplásticos son un problema emergente de contaminación que ha adquirido gran importancia en los últimos años. Debido a su pequeño tamaño, menor a 5 mm, éstos representan un gran riesgo para el ecosistema y para los seres humanos en particular. Se ha detectado la presencia de microplásticos en distintos tipos de ambientes acuáticos, sin embargo, se ha encontrado altas concentraciones en ríos localizados o que reciben la influencia antropogénica de áreas con alta densidad poblacional. El arroyo Langueyú está ubicado en el partido de Tandil, ubicado al sudeste en la Provincia de Buenos Aires y recibe la descarga de efluentes de las plantas de tratamiento de residuos líquidos de la ciudad de Tandil. Desde hace unos años se viene realizando un estudio sistemático de la presencia de microplásticos en el arroyo Langueyú, para poder tener un diagnóstico integral de esta problemática. Contar con un diagnóstico integral permitiría poder avanzar en propuestas de prevención y remediación. Se realizó un estudio para conocer la distribución espacial y temporal de los microplásticos presentes en el arroyo Langueyú. Para ello se determinó la concentración de microplásticos en distintos puntos representativos a lo largo de la cuenca del arroyo, encontrando que el punto de mayor concentración corresponde a uno ubicado después de la descarga de la segunda planta. La principal fuente de contaminación por microplásticos es la descarga de las plantas, correspondiendo a un 97 % de la contaminación total, mientras que el resto proviene de las aguas pluviales y descarga de tributarios. También se analizó la variación temporal de la concentración de microplásticos en el punto más contaminado, y se relacionaron los valores obtenidos con los parámetros fisicoquímicos medidos en el agua del arroyo. Se encontraron mayores concentraciones en invierno, correspondiendo a la estación más seca, y menores concentraciones en verano y otoño. La descarga de las plantas causa cambios en los parámetros del agua del arroyo, tales como los valores de conductividad eléctrica y también aporta contaminantes metálicos, los cuales fueron encontrados adheridos a los microplásticos. Para la cuantificación de los microplásticos se tomaron muestras de agua superficial del arroyo, las cuales fueron sometidas a procesos de filtrado y digestión oxidativa, esta última para eliminar la materia orgánica presente. Posteriormente, se cuantificaron y analizaron los microplásticos presentes en distintas submuestras mediante observaciones por microscopía óptica. Durante los procesos de pretratamiento de las muestras, se tomaron todos los recaudos

para evitar su contaminación.

Poster ID: AT-3

Estrategias de remoción de microplásticos en agua: electrocoagulación y carbón activado magnetizado

Tognana S^{1 2 3}, Montecinos S^{1 2 4}, Mamaní A^{5 4}, Ponce M F^{6 2 4}, Jerez F^{6 2 4}, Ramos P^{6 2}, Bavio M^{6 2 4}

¹ Instituto de Física de Materiales Tandil (IFIMAT), Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas

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

³ Comisión de Investigaciones Científicas (CIC)

⁴ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

⁵ Universidad Nacional de San Juan (UNSJ), Instituto de Ingeniería Química. Facultad de Ingeniería

⁶ Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNICEN), Fac. de Ingeniería, INTELÝMEC

Se denominan microplásticos a aquellos plásticos de tamaños menores a 5 milímetros, los cuales se encuentran como contaminantes en el ambiente. Los microplásticos pueden provenir de diferentes fuentes: degradación de plásticos más grandes, fibras desprendidas de tejidos textiles, partículas de plásticos usados en productos de higiene, entre otros. Los microplásticos pueden llegar a desagües y finalmente terminar en corrientes de agua como arroyos o ríos. Estos contaminantes pueden transportarse grandes distancias debido a su baja densidad y constituyen un peligro para la fauna. Se ha encontrado una gran concentración de microplásticos en muchos cursos de agua de la Argentina, proviniendo en algunos casos de plantas de tratamientos de efluentes. Existen distintas propuestas para poder extraer estos microplásticos del agua, entre las cuales se pueden mencionar la electrocoagulación y la remoción mediante carbón activado magnetizado. En este trabajo se presentan resultados usando estas dos técnicas para remover micropartículas de polietileno. En el primer caso, en una solución conductora contenido microplásticos se hace pasar una corriente eléctrica con electrodos de aluminio y cobre a un potencial de 10 Volts. Durante el proceso se liberan iones metálicos que actúan como coagulantes y atrapan los microplásticos en el lecho tras sedimentar. En este trabajo se realizaron experiencias usando una solución de Na₂SO₄ y variando su concentración. Se encontraron eficiencias de remoción cercanas al 50 %. Por otro lado, se realizaron primeras experiencias de remoción usando carbón activado magnetizado. El carbón activado (CA) fue sintetizado a partir de restos de poda de olivo mediante carbonización en ausencia de oxígeno a una temperatura de 500°C. El carbonizado se impregnó utilizando KOH como agente activante y finalmente, el proceso de activación se llevó a cabo en ausencia de oxígeno, a una

temperatura de 950°C. El carbón activado obtenido fue caracterizado mediante espectroscopía infrarroja con transformada de Fourier (FTIR), microscopía electrónica de barrido (SEM) y para la determinación del área superficial, porosidad y distribución de tamaño de poros se realizaron isotermas de adsorción-desorción de nitrógeno. El CA presenta una estructura porosa bien definida, con desarrollo de micro y mesoporosidad, propiedades adecuadas para su uso en la remoción de microplásticos en soluciones acuosas. El carbón activado magnetizado fue sintetizado a partir del CA en polvo en solución de FeCl₃ y FeSO₄. El carbón activado magnetizado fue puesto en una solución con micropartículas de polietileno en un baño con ultrasonido y este se adhirió a las micropartículas, las cuales pueden ser removidas usando un imán. Se observó una eficiencia de remoción mucho mayor al proceso de electrocoagulación. En este trabajo se discuten los resultados en función de las ventajas de cada uno de los métodos de remoción.

Poster ID: AT-4

Análisis cualitativo de componentes electrónicos de Placas de Circuito Impreso (PCB)

Flores Medrano A¹, Laborde S¹, Morando C^{1 2 3}, Fornaro O^{1 2 3}

¹ Instituto de Física de Materiales Tandil (IFIMAT)

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

³ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

Los Aparatos Eléctricos y Electrónicos (AEE) están compuestos por diversas partes y componentes diferentes, como piezas mecánicas, carcásas, plaquetas de circuitos, cables, cartuchos de impresión, diversos fluidos como los cristales líquidos de las pantallas LCD, etc. En esta categoría están comprendidos los electrodomésticos hogareños como celulares, computadoras de escritorio o portátiles, entre muchos más. Cuando un AEE cumple su ciclo de vida, se daña o se desecha por la aparición de nuevas tecnologías, el usuario lo descarta y se convierte en un Residuo de Aparato Eléctrico y Electrónico (RAEE). El incremento poblacional ha impactado en la generación de residuos, y los RAEE son los que más cambios han sufrido en los últimos años debido a la masificación de su consumo y la adopción de un modo de consumo no sustentable, llegando a alcanzar 50 millones de toneladas métricas a nivel mundial en el 2018 [1].

La basura electrónica es difícil de separar, clasificar y revalorizar. Si bien cada categoría de aparato electrónico tiene una amplia gama de materiales que los componen, se puede considerar la predominancia de materiales como metales, plásticos y vidrios activados. Los plásticos suelen ser recuperados y reciclados mediante procesos físicos y químicos. Algunos metales que son imprescindibles para cumplir funciones específicas en los equipos, se encuentran en una mínima cantidad porcentual si lo consideramos en peso relativo a la cantidad total de

residuos y por el momento no cuentan con ningún tratamiento de recuperación. Otro grupo de aparatos cuentan con elementos tóxicos y peligrosos, como las heladeras, televisores y celulares., Estos, se desmantelan para aprovechar la fracción reciclabl, y el restante simplemente es almacenado para evitar que estos elementos reaccionen con el agua, la materia orgánica y otros elementos. Un ejemplo de la fracción que no se recicla son las plaquetas de circuito impresas (PCB), que representan un 3 % del total de la basura electrónica [2]. Sobre estas placas son montados los componentes electrónicos como resistencias, capacitores, circuitos integrados e inductores, y por lo tanto contienen la mayoría de la fracción metálica de los RAEE en distintas formas, como cobre (Cu), semiconductores como el silicio (Si), germanio (Ge), galio (Ga) hasta los metales del grupo platino como la plata (Ag), oro (Au) y paladio (Pd), entre otros.

Con respecto a los RAEE en general, no hay una normativa específica ni articulación estatal de los actores involucrados en su gestión integral y solo unos pocos municipios cuentan con ordenanzas específicas de recolección y tratamiento diferenciado. Por lo tanto, es de esperarse que las plaquetas de circuito impresas no cuenten con estudios sobre su tasa de descarte ni antecedentes que evalúen la profundidad de las problemáticas que las rodean.

El objetivo de este trabajo es obtener una estimación de la cantidad cuantitativa de los elementos contenidos en los desechos de las plaquetas electrónicas para llegar a establecer mecanismos de recuperación, manipulación y separación apropiada.

1. Maurice, A. A., Dinh, K. N., Charpentier, N. M., Brambilla, A., Gabriel, J. C. P., (2021) Dismantling of Printed Circuit Boards enabling electronic components sorting and their subsequent treatment open improved sustainability opportunities.
2. Bernardes, A., Bohlinger, I., Rodriguez, D., Mirbrandt, H., Wuth, W., (1997) Recycling of Printed Circuit Boards by Melting with Oxidising/Reducing Top Blowing Process. TMS Annual Meeting. Orlando.

Poster ID: **AT-5**

Caracterización del producto de molienda de plaquetas electrónicas (PCB) para su revalorización y aprovechamiento sostenible

Laborde S¹, Morando C^{1 3 4}, D'angelo C^{2 3 5}, Fornaro O^{1 3 4}

¹ Instituto de Física de Materiales Tandil (IFIMAT)

² Instituto de Física Arroyo Seco (IFAS)

³ Centro de Investigaciones en Física e Ingeniería del Centro de la Provincia de Buenos Aires (CIFICEN)

⁴ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

⁵ Comisión de Investigaciones Científicas (CIC)

El manejo de los residuos sólidos a nivel mundial plantea desafíos significativos desde el punto de vista ambiental, social y económico. El crecimiento constante de la población, y por lo tanto del consumo y producción, han llevado a un considerable incremento en la generación de residuos. Dentro de los residuos sólidos que poseen un aumento más significativo en la generación a nivel mundial se encuentran los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) [1]. La inadecuada gestión de los RAEE puede tener impactos ambientales negativos, incluyendo riesgos para la salud pública. Por otro lado, recuperar algunos metales presentes en los residuos podría ayudar a reducir la cantidad de materiales efectivamente extraídos de la tierra, disminuyendo el impacto negativo de la explotación minera, como el alto consumo de recursos no renovables, tanto minerales como de agua necesaria para esa industria. [2]. Para abordar estos desafíos, se requiere un enfoque integral y sostenible que incluya políticas efectivas, inversiones en infraestructura, promoción de prácticas de reducción, reutilización y reciclaje, así como la participación activa de la sociedad. Particularmente, las placas de circuito impreso (PCB) presentes en los aparatos eléctricos y electrónicos (AEE) son una preocupación significativa debido a su composición y potencial impacto en la salud humana y el medio ambiente, ya que por un lado contienen una variedad de materiales tóxicos, como metales pesados y sustancias químicas peligrosas, mientras que además contienen materiales reciclables y potencialmente reutilizables [3]. En este contexto, es crucial implementar técnicas analíticas y de laboratorio que permitan conocer efectivamente la composición de los distintos materiales presentes, para proceder a la separación eficiente de los diferentes componentes poliméricos y metálicos de las placas electrónicas para su reincorporación en el mercado o su adecuado tratamiento y deposición final. El objetivo principal de este trabajo es determinar la composición de la molienda de las PCB procedentes del descarte de AEE, luego de haber sido removidos sus componentes electrónicos, para generar procedimientos de recuperación y encontrar aplicaciones prácticas para estos materiales.

1. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Nación (2020). Manual: Gestión Integral de RAEE. Los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, una fuente de trabajo decente para avanzar hacia la economía circular (1a ed).
2. Fernández Protomastro, G. (2013). Minería urbana y la gestión de los residuos electrónicos. Buenos Aires: Ediciones Isalud.
3. Carina Morando, Osvaldo Fornaro. "Las 5R de los Residuos de Aparatos

Eléctricos y Electrónicos (RAEEs)", 106a Reunión Nacional de Física RA-FA, Córdoba, Argentina.

Poster ID: AT-6

La importancia de la Calidad de la Información Geográfica en el Ordenamiento Territorial

Montivero M E¹, Ortiz E D V¹, Bevacqua C I¹, Ibañez L G¹, Lopez G D V¹, Carrizo D¹, Herrera L D¹, Toledo J C¹

¹ Universidad Nacional de Catamarca (UNCa), Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas

El ordenamiento territorial implica la planificación y gestión del uso del suelo, los recursos naturales y las actividades humanas en un área determinada. Esto se alinea con el ODS 11, que busca lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles. Al aplicar un enfoque de ordenamiento territorial, se puede garantizar un desarrollo urbano planificado, evitando la expansión desordenada y la sobreexplotación de los recursos naturales. La norma ISO 19157, titulada "Geographic information - Data quality", es un estándar internacional que establece directrices y especificaciones para evaluar y gestionar la calidad de los datos geoespaciales. Esta norma proporciona un marco metodológico para medir, monitorear y mejorar la calidad de los datos geoespaciales utilizados en diferentes aplicaciones, como la planificación territorial, la gestión del medio ambiente y la toma de decisiones basada en información geográfica. Este estándar internacional tiene un importante rol en el Ordenamiento Territorial al proporcionar un marco y una metodología para la gestión de la calidad de los datos geoespaciales. Esta norma establece directrices para la evaluación y el control de la calidad de los datos espaciales, lo que garantiza que la información utilizada en el Ordenamiento Territorial sea precisa, confiable y coherente. Además de brindar ventajas. En primer lugar, ayuda a mejorar la toma de decisiones basada en información geoespacial al proporcionar un enfoque estructurado para evaluar la calidad de los datos. Esto permite identificar posibles errores, inconsistencias o brechas en los datos y tomar medidas correctivas para mejorar la calidad de la información utilizada en el proceso de Ordenamiento Territorial. Además, la norma ISO 19157 promueve la interoperabilidad y la compatibilidad entre diferentes conjuntos de datos geoespaciales utilizados en el Ordenamiento Territorial. Al seguir estas normas, se establecen criterios comunes para la captura, almacenamiento y gestión de datos, lo que facilita la integración y comparación de información de diferentes fuentes y contribuye a una visión más integral y precisa del territorio. Otra ventaja importante es que la norma ISO 19157 fomenta la transparencia y la confianza en los datos utilizados en el Ordenamiento Territorial. Al seguir los estándares establecidos, se brinda mayor transparencia en la calidad de los datos, lo que facilita la comunicación y el intercambio de información entre diferentes

actores involucrados en el proceso de Ordenamiento Territorial. Se concluye que la implementación de las normas ISO 19157 en el Ordenamiento Territorial ayuda a garantizar la calidad, la interoperabilidad y la confiabilidad de los datos geoespaciales utilizados en este proceso, lo que contribuye a una toma de decisiones más precisa.

Poster ID: [AT-7]

Estudio de la contaminación ambiental en la ciudad de la plata y alrededores mediante espectroscopía UV,VIS,IR

Salas M¹, Torossian I¹, Arrieta N¹, Reyna Almandos J^{1 2}, Grumel E², Schinca D²

¹ Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional La Plata

² Centro de Investigaciones Ópticas, CIOp, Cno Centenario y 505, La Plata

En esta presentación se reporta el estudio, medición y análisis, mediante métodos físicos y químicos, sobre la concentración de diversos contaminantes gaseosos presentes en la atmósfera, especialmente en la región de La Plata cercana al polo petroquímico. Los trabajos se centran sobre agentes contaminantes representativos de la actividad industrial y a tal fin se estudia la presencia de NO₂, CO y SO₂ con instrumentos que trabajan por quimiluminiscencia, absorción IR y fluorescencia UV respectivamente. En el caso del dióxido de nitrógeno se muestran asimismo resultados aplicando técnicas ópticas utilizando un dispositivo de tipo no dispersivo desarrollado por el grupo de trabajo, que se basa en la aplicación de técnicas de espectroscopía de absorción en la región visible del espectro electromagnético. Se realizan también mediciones del agua de lluvia en la región. Los valores obtenidos son correlacionados con los parámetros meteorológicos utilizando una estación propia y otras cercanas a la región de trabajo.

Poster ID: [AT-8]

Análisis e interpretación de datos gravimétricos en el Sistema de Ventania

Lexow M¹, Bahía M E^{1 2}, Scivetti N³, Benedini L^{2 4}

¹ Universidad Nacional del Sur (UNS), Departamento de Física, Av. Alem 1253, Bahía Blanca [8000], Buenos Aires, Argentina

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Instituto Geológico del Sur (INGEOSUR), Bahía Blanca, Argentina

³ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Instituto Patagónico de Geología y Paleontología (IPGP), CCT CENPAT, Puerto Madryn, Chubut, Argentina

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

Las Sierras Australes conforman un conjunto de cadenas montañosas ubicadas en el sudoeste de la Provincia de Buenos Aires, constituyendo un orógeno curvo

u oroclino, orientado en sentido NO-SE, con unos 180 km de longitud y un ancho máximo de 60 km. La presente contribución pretende progresar en el conocimiento de la distribución de fallas y estructuras de corrimiento a partir del uso del método gravimétrico de exploración, que se basa en la medición de variaciones muy pequeñas del campo gravitatorio terrestre causadas por heterogeneidades laterales de densidad dentro del subsuelo. La utilización de este método permitiría reconocer el ascenso posible de bloques de basamento en sectores hasta el momento no identificados, entender las relaciones espaciales de las estructuras geológicas presentes y establecer una cronología relativa en la evolución estructural y tectónica del Sistema de Ventania [1-2].

Para tal fin, se seleccionó un área localizada dentro del Sistema de Ventania, entre los meridianos 62° y $62^{\circ}30'$ W y los paralelos $37^{\circ}40'$ y $38^{\circ}20'$ S, la cual presenta una geometría rectangular, de 47 km en sentido longitudinal por 73 km en sentido latitudinal y 3.400 km^2 de superficie, aproximadamente. Se realizaron 133 mediciones gravimétricas por rutas y caminos disponibles, con una distancia entre estaciones promedio de 7 km. El equipo utilizado para la adquisición de los datos gravimétricos fue un Lacoste & Romberg G-418, mientras que los datos de topografía fueron obtenidos a partir de un Modelo Digital de Elevaciones provisto por el Instituto Geográfico Nacional. Los datos fueron interpolados para la creación de grillas 2D mediante el método de mínima curvatura.

Con el fin de obtener el mapa de la Anomalía de Bouguer (AB), los datos fueron corregidos por latitud, Aire Libre, Bouguer y terreno. Estas anomalías fueron procesadas para eliminar los efectos regionales no deseados de longitud de onda larga. Para realizar este procesamiento de manera efectiva y disminuir la incertidumbre de los resultados, a partir del uso de la transformada de Fourier se llevaron a cabo distintas pruebas mediante el uso de tres técnicas de filtrado en el dominio de las frecuencias: el método de ajuste polinomial variando el orden del polinomio, la continuación analítica ascendente para distintas alturas de continuación y un filtro Butterworth que actúa como pasa bajos. De acuerdo a la interpretación de los distintos mapas obtenidos y en base al conocimiento del área de estudio, el método que logró mejores resultados fue el de continuación analítica ascendente con una altura de prolongación de 8000 m. De esta manera, se obtuvo el mapa de anomalía residual mediante el cual se acentuaron los efectos superficiales de longitud de onda corta y se suavizaron los efectos producidos por cuerpos profundos [3-4].

El análisis del mapa de la componente residual de Bouguer integrado con información geológica previa del área del área de estudio, permitió proponer la presencia de una o más estructuras de fallamiento de rumbo NNW- SSE en la cual estaría involucrada el basamento del Sistema de Ventania, y caracterizar la geometría de dicho basamento en el área de estudio [5].

- [1] HJ Harrington. Explicación de las Hojas Geológicas 33m y 34m, Sierras de Curamalal y de la Ventana. Dirección de Minas y Geología (1947).
- [2] HJ Harrington. Sierras Australes de la provincia de Buenos Aires. In Segundo Simposio de Geología Regional Argentina (Vol. 2, pp. 967-983). Academia Nacional de Ciencias Córdoba (1980).
- [3] WJ Hinze et al. Gravity and magnetic exploration: Principles, practices, and applications. Cambridge University Press (2013).
- [4] WM Telford. Applied geophysics. Cambridge university press (1990).
- [5] L Dimieri et al. Estructura de las Sierras Australes de Buenos Aires. In Geología y recursos minerales de la Provincia de Buenos Aires. 16 Congreso Geológico Argentino, Relatorio (pp. 101-118) (2005).

Poster ID: AT-9

Respuesta de la ionosfera en Argentina a una fulguración solar de clase X

Padula Villagra C A^{1 2}, Salas Matamoros C³, Paz M¹, Melendi Y^{1 4 5}, Durán T^{4 5}, Torres Peralta T^{1 2 4}, Arguelles N B^{1 2 4}, Di Pascuale L⁶, Molina M G^{1 2 4 7}

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

² Laboratorio de Computación Científica, FACET- UNT

³ Centro de investigaciones Espaciales (CINESPA), Universidad de Costa Rica

⁴ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina

⁵ Instituto de Física del Sur, Universidad Nacional del Sur, Argentina.

⁶ Facultad Regional Bahía Blanca, Universidad Tecnológica Nacional, Bahía Blanca, Argentina

⁷ Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Via di Vigna Murata 605, 00143, Rome (Italy)

Las fulguraciones solares o “solar flares” son grandes emisiones repentinas de energía electromagnéticas desde la superficie del sol en un amplio rango de longitud de ondas. Las fulguraciones solares se clasifican en X, M o C, siendo las primeras las más intensas ($X > 10^{-4} \text{ W m}^{-2}$) considerando el pico del flujo de rayos X entre 0.1 y 0.8 nm en el geoespacio. Durante una fulguración solar, el incremento repentino de radiación causa una ionización extra en los componentes neutros de la alta atmósfera terrestre en intervalos cortos de tiempo (de unos minutos hasta una hora aproximadamente) para regiones diurnas del globo. En este trabajo presentamos los resultados de analizar datos de diferentes parámetros ionosféricos utilizando dos sondadores ionosféricos AIS-INGV operativos en Argentina para observar la respuesta de la ionosfera a la fulguración solar X1.1 ocurrida el 11 de febrero de 2023 a las 15.48 (UT) (pico de máxima intensidad). Estudiamos la frecuencia mínima observada en dos estaciones ionosféricas operativas en Tucumán ($26^{\circ} 49' 0'' \text{ S}$ - $65^{\circ} 13' 0'' \text{ O}$, baja latitud) y en Bahía Blanca ($38^{\circ} 43' 00'' \text{ S}$ - $62^{\circ} 16' 00'' \text{ O}$, latitud media). Mostramos aquí los resultados

preliminares y discutimos los pasos futuros.

Poster ID: [AT-10]

Análisis de la calidad del agua en el río Fiambalá mediante la utilización del índice NDWI y la medición del pH

Savio M E¹, Ortiz E D V¹, Caletti C B¹, Vera M¹, Gaffet P J¹, Rodriguez G D¹, Nieva J M¹, Curchod C S²

¹ Universidad Nacional de Catamarca (UNCa), Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas

² Universidad Nacional de Catamarca (UNCa), Facultad de Ciencias Agrarias

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), de la agenda 2030, para la gestión del agua exigen un seguimiento constante de las métricas de la cobertura de la calidad del agua. La observación y estudio de eventos que tienen lugar en la superficie terrestre se lleva a cabo mediante el uso de imágenes satelitales multiespectrales. Al procesar estas imágenes junto con un análisis estadístico, es posible realizar un estudio detallado de diferentes factores como las propiedades del suelo, la vegetación, el agua y otros elementos según sus características individuales. La presente investigación propone un análisis de pH y del Índice de Agua de Diferencia Normalizada (NDWI) en la cuenca del río Fiambalá, situada al oeste de la provincia de Catamarca, departamento Tinogasta, para determinar la calidad del agua. Se tomaron muestras en el área de interés y se realizó la confección de la cartografía temática. Los resultados obtenidos indican que el agua de la cuenca es apta para el consumo productivo.

Poster ID: [AT-11]

Identificación de suelos contaminados con hidrocarburos mediante la técnica Laser-Induced Breakdown Spectroscopy y Análisis Discriminante Lineal

Martino L^{1,2}, García Einschlag F^{4,3}, D Angelo C^{1,2}

¹ Facultad de Ciencias Exactas, UNCPBA

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

³ Facultad de Ciencias Exactas, UNLP

⁴ Instituto de Investigaciones Fisicoquímicas Teóricas y Aplicadas (INIFTA)

En los últimos años, la expansión económica llevó a un aumento desmedido de la demanda mundial de petróleo [1]. Como consecuencia de esto, se han intensificado las actividades asociadas con la exploración y explotación de fuentes de petróleo que provocaron derrames en el medio ambiente. Los mismos son perjudiciales para los seres humanos como también para otros componentes vivos, representando así una preocupación a nivel ambiental y de salud pública. Con el fin de acelerar el proceso de detección y clasificación de suelos contaminados con hidrocarbu-

ros y poder proponer estrategias adecuadas para remediar las áreas afectadas, se creó un método basado en la combinación de *machine learning* aplicado a datos obtenidos mediante la técnica *Laser-Induced Breakdown Spectroscopy* (LIBS) [2]. El objetivo de esta investigación fue mejorar el análisis de datos LIBS y evaluar la aplicación de un Análisis Discriminante Lineal (LDA, por sus siglas en inglés) para la identificación y clasificación de suelos contaminados con hidrocarburos. Se llevó a cabo una experiencia a escala de laboratorio mediante la preparación de muestras de suelo, representativas y homogéneas, contaminadas con once fuentes diferentes de hidrocarburos y una muestra no contaminada con fines de control. La obtención de registros LIBS sobre las muestras se realizó de acuerdo con el siguiente procedimiento: se promediaron las emisiones obtenidas de 50 disparos láser sucesivos en diferentes lugares de la superficie de la muestra para obtener un registro espectral LIBS; posteriormente se recopilaron 15 de estos espectros en diferentes posiciones en la superficie. Los parámetros de adquisición experimental fueron optimizados con el fin de obtener una mejora en la observación de las líneas de emisión. Aprovechando las capacidades del equipo experimental, se adquirieron registros LIBS en una zona alrededor de 260 nm, con un rango de 50 nm, que contenía la mayor cantidad de líneas de emisión. Por último, los espectros registrados se organizaron convenientemente en una matriz para la aplicación del algoritmo LDA con el fin de clasificar muestras de suelos contaminados con diferentes hidrocarburos. El análisis LDA requiere que se asignen clases, u otros valores predictivos, para el conjunto de datos de entrenamiento. En particular, cada unidad de análisis fue preasignada al grupo control o al hidrocarburo que le fuera agregado a la muestra de suelo. Dado que, además de analizar el control, se registraron los espectros de 11 tipos de muestras contaminadas, para la clasificación se consideró un total de 12 clases. El *data set* original se dividió en dos subconjuntos: el *train set* y el *test set*; de esta forma el 80 % de los datos se utilizaron para entrenar al algoritmo y el 20 % restante se empleó con fines de validación. Con el fin de evaluar con precisión el potencial de la metodología propuesta, se empleó un procedimiento de validación cruzada en el que se generaron aleatoriamente 7 particiones diferentes de los datos entre conjuntos de entrenamiento y validación. Luego, se procedió a aplicar el algoritmo LDA para obtener modelos de clasificación para cada una de las 7 particiones. Los estudios arrojaron una exactitud de clasificación promedio mayor al 90 %. Los resultados obtenidos ponen en evidencia las ventajas del acoplamiento de la técnica LIBS con el algoritmo LDA y muestran el potencial de aplicación de esta estrategia analítica en el campo medioambiental, tanto para la detección de hidrocarburos en suelos como para la clasificación las posibles fuentes de contaminación.

[1] Cremers, D. A., and Radziemsky, L. J. (2006). *Handbook of Laser - Induced Breakdown Spectroscopy*. John Wiley and Sons, Ltd.

[2] Imam, A., Kumar Suman, S., Kanaujia, P. K., and Ray, A. (2022). Biological machinery for polycyclic aromatic hydrocarbons degradation: A review. *Biore-source Technology*, 343(October 2021), 126121. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2021.126121>

Poster ID: [AT-12]

Análisis del riesgo de contaminación hídrica subterránea en la localidad de Aimogasta, provincia de La Rioja

Carrera L K¹, Ortiz E D V², Niz A E¹

¹ Universidad Tecnológica Nacional (UTN), Regional La Rioja

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Universidad Nacional de Catamarca, Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas

La provincia de La Rioja posee una problemática hídrica actual relacionado con el potencial peligro de contaminación debido a las actividades agroindustriales que producen aceite de oliva, aceituna de mesa y jojoba. Dichos residuos generados deben ser gestionados de manera adecuada. La zona de estudio, Aimogasta, se encuentra localizada al Sur de Provincia de La Rioja, en el Departamento Arauco. Considerando que los recursos hídricos son un componente del sistema ambiental, se realiza el estudio de los sitios de disposición final de contaminantes para caracterizar la zona mediante la identificación y compresión del actual sistema de gestión de residuos y la gestión del agua subterránea producto de las actividades industriales agroalimentarias en la localidad de Aimogasta. Se observa que los efluentes agroindustriales en la localidad generan un peligro de contaminación moderado del recurso hídrico subterráneo, debido a condiciones de vulnerabilidad media-baja del acuífero freático y a las cargas contaminantes asociadas al modo de disposición final de los efluentes. La gestión adecuada de los residuos generados por las actividades agroindustriales en esta localidad es esencial para prevenir la contaminación del agua subterránea y proteger el sistema ambiental en la provincia de La Rioja.

Poster ID: [AT-13]

Detección de Cr adsorbido en residuos de envases plásticos por medio de la técnica Laser-Induced Breakdown Spectroscopy

Dominguez M A¹, Garcia W¹, Berkovic A¹, D Angelo C^{1 2 4}, Fernandez San Juan M R¹, Jodra S^{1 3}, Martino L J^{1 2 4}, Pereyra M^{1 2 4}

¹ Facultad de Ciencias Exactas (FCEx - UNCPBA)

² Instituto de Física Arroyo Seco (IFAS)

³ Instituto de Física de Materiales Tandil (IFIMAT)

⁴ Centro de Investigación en Física e Ingeniería del Centro de la Provincia de Buenos Aires (CIEF)

FICEN, CONICET - CICPBA - UNCPBA)

Diariamente se generan cientos de toneladas de residuos plásticos que llegan al medio acuático donde se acumulan y persisten, siendo una potencial amenaza para los organismos que allí conviven [1]. Por lo que resulta necesaria la transición a una economía circular, donde se innove en la reutilización de los desechos plásticos. Una de las alternativas investiga a este tipo de residuos como material adsorbente para remover contaminantes, como por ejemplo los metales pesados provenientes de diversas industrias que generan efluentes con alta carga de los mismos [2]. Atendiendo esta necesidad, se llevó a cabo un estudio para evaluar la capacidad de la técnica *Laser-Induced Breakdown Spectroscopy* (LIBS) en la detección de cromo adsorbido en distintos residuos plásticos [3]. Se utilizó esta técnica debido a su versatilidad para trabajar en diferentes matrices y además las muestras no necesitan pretratamiento, a diferencia de las técnicas convencionales utilizadas en la determinación de metales pesados [4]. Para esto se seleccionaron diferentes envases plásticos de polipropileno (PP) y policloruro de vinilo (PVC) los cuales se acondicionaron, trituraron (< 4 mm) y sumergieron en reactores con una solución concentrada de Cr (1000 ppm), en condiciones controladas de laboratorio. El ensayo se realizó por triplicado, con un blanco con agua destilada. Luego de terminado el tiempo de ejecución del ensayo, se prepararon las muestras para la adquisición de los registros LIBS, se obtuvieron dos muestras por reactor. La preparación consistió en colocar los pellets de plásticos, previamente filtrados, sobre portaobjetos de vidrio, uno junto al otro, cubriendo una superficie de aproximadamente de $1,5 \text{ cm}^2$. El objetivo fue realizar un análisis semicuantitativo, para esto, se analizó la línea principal de Cr I 357.87 nm, la cual posee la mayor intensidad respecto a otras líneas de este mismo elemento y se aseguró que esté libre de interferencias. Con el fin de evaluar los parámetros espectroscópicos adecuados, se llevó a cabo un estudio de la línea de emisión integrada en cuestión a lo largo de diferentes tiempos postbreakdown para este tipo de matriz. Los resultados indicaron que los tiempos óptimos fueron de $30 \mu\text{s}$ de tiempo postbreakdown, con un tiempo de ventana de 90 ns. Por cada muestra obtenida se realizó un total de 100 disparos láser de manera de asegurar la reproducibilidad de las mediciones. Se observó un aumento significativo en la concentración de cromo (Cr) en los residuos plásticos en comparación con los controles en todos los casos ($p < 0.05$). Además, se encontraron diferencias significativas en la capacidad de adsorción de cromo entre los diferentes tipos de residuos plásticos al finalizar el ensayo ($p < 0.05$). Específicamente, el polipropileno (PP) mostró la mayor capacidad de adsorción del metal pesado. Se pudo determinar que LIBS resulta una técnica factible de ser utilizada para determinar la adsorción de metales pesados en diferentes residuos plásticos, con escasa preparación de la muestra y en forma rápida y eficaz. A su vez, estos resultados, tienen implicaciones relevantes para la gestión de residuos y

la contaminación por metales pesados. Se continúa trabajando en la optimización de los parámetros espectroscópicos para un posible proceso de cuantificación.

[1] Rezania, S., Park ,J., Din, Md Md , Mat Taib, S., Talaiekhozani, A., Kumar Yadav, K. , Kamyab, H.. (2008). Contaminación por microplásticos en diferentes ambientes acuáticos y biota: una revisión de estudios recientes. Contaminación de marzo. Toro. , 133, págs. 191 - 208. [2] Wang, J., Peng, J., Tan, Z., Gao, Y., Zhan, Z., Chen, Q., et al., (2017). Microplastics in the surface sediments from the Beijiang River littoral zone: composition, abundance, surface textures and interaction with heavy metals. Chemosphere 171, 248–258. [3] Cremers, D. A., and Radziemsky, L. J. (2006). Handbook of Laser - Induced Breakdown Spectroscopy. John Wiley and Sons, Ltd.

[4] Da Chen, Tong Wang, Yiwen Ma, Guiwen Wang, Qunwei Kong, Pengfei Zhang, Rui long Li. Rapid characterization of heavy metals in single microplastics by laser induced breakdown spectroscopy. (2020). Science of The Total Environment, Volume 743,140850, ISSN 0048-9697.

Poster ID: **AT-14**

Mediciones experimentales de la eficiencia de acreción de granizos

Contizanetti M^{1 2}, Bürgesser R^{1 2}

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

² Instituto de Física Enrique Gaviola (IFEG)

La caída de granizo es un evento severo global de gran importancia ya que causa daños materiales y puede poner en riesgo la seguridad de las personas. En Argentina, la precipitación de granizo se caracteriza por su variabilidad en espacio y tiempo, afectando tanto a zonas urbanas como rurales. Sus características están determinadas por el entorno donde se desarrollan y desempeñan un papel relevante en distintos procesos microfísicos que ocurren en las nubes de tormenta y, en particular, sobre el mecanismo de electrificación [1] y en la formación de precipitación.

Los granizos se forman en nubes con mezcla de fases que contienen agua en sus tres estados: líquido, hielo y vapor. Las partículas de hielo crecen a expensas de las gotas de agua sobre enfriadas mediante el proceso de acreción. Esto lleva a la formación de granizos de tamaño centimétrico en poco tiempo [2]. Debido a su rápido desarrollo, pronosticar y modelar estos eventos es complejo. Por lo tanto, en orden de estimar la tasa de formación y de precipitación de los granizos, es esencial conocer la eficiencia de colección de los granizos para mejorar las parametrizaciones en modelos de pronóstico del tiempo y del clima.

Hay pocos registros experimentales del parámetro de eficiencia de colección de granizos entre los cuales se destacan [3-4]; entre otros. Sin embargo, estos autores reportan la necesidad de extender las mediciones para otros rangos de tamaño del

colector y para otros espectros de tamaño de las gotas sobreenfriadas. Por ello, se propone estudiar experimentalmente la eficiencia y el ángulo máximo de acreción de un granizo simulado, para simetrías esféricas, creciendo por acreción de gotas de agua en condiciones atmosféricas relevantes para las nubes de tormentas.

Las mediciones se realizaron en una cámara fría de temperatura regulable, en cuyo interior se ubicó un túnel de viento vertical conectado a una cámara de nube. En el túnel se ubicó un granizo simulado, sobre el cual las gotas sobreenfriadas colisionaron generando la acreción. El túnel de viento se conectó a una bomba de succión, la cual generó un viento dentro del túnel cuya velocidad puede ser variada en el rango de interés. En la cámara de nube se formó una nube de gotas de agua sobreenfriada mediante el ingreso de vapor de agua a la misma. Este vapor de agua se depositó en los núcleos naturales presentes en la cámara de nube.

El contenido de agua líquida (LWC) en la cámara de nube fue determinado utilizando el método psicométrico propuesto por [5]. Este método consiste en extraer aire de la cámara de nube a una tasa de flujo constante a través de un tubo metálico de manera tal que el agua líquida se evapore de manera completa. Luego, midiendo la humedad y temperatura del aire extraído se determinará la masa de agua extraída suponiendo que el interior de la cámara está saturado respecto del agua líquida.

Para determinar el contenido efectivo de agua líquida (EW), se determinó la masa de agua acrecida sobre el granizo simulado en cada una de las mediciones realizadas. Además, en cada experimento, se determinó el espectro de tamaño de las gotas de agua sobreenfriada mediante la toma de réplicas plásticas de las mismas [6]. A partir de las mediciones de EW y LWC realizadas, se determinó la eficiencia de colección del granizo y el ángulo máximo de acreción.

Referencias

- [1] Ávila, E.E., R.A. Lighezzolo, N.E. Castellano, R.G. Pereyra, y R.E. Bürgesser (2013), J. Geophys. Res. Atmos., 118
- [2] Pruppacher H. R. y Klett J. D. (2004).Kluwer Academic Publishers. Second Revised and Enlarged Edition.
- [3] Pflaum, J. C., y Pruppacher, H. R., 1979. J. Atmos. Sci., 36, 680–689.
- [4] Cober, S.G., y List, R. (1993). 50(11), 1591-1609.
- [5] Jayaratne, E. R., C. P. R. Saunders, y J. Hallett (1983), R. Meteorol. Soc., 109, 609– 630.
- [6] Schaefer VJ. 1(956). Weatherwise

Poster ID: **AT-15**

Evaluación de cenizas volcánicas como partículas nucleantes de hielo

Tur V³ ⁴, Contizanetti M¹ ², López M L² ³

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

² Instituto de Física Enrique Gaviola (IFEG)

³ Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba

⁴ Centro de Investigaciones en Ciencias de la Tierra (CICTERA – CONICET)

Los aerosoles afectan al clima de manera directa al dispersar y absorber radiación solar [1], pero también de manera indirecta al ejercer una fuerte influencia sobre las propiedades microfísicas de las nubes [2]. Este efecto indirecto se debe a que los aerosoles, al actuar como núcleos de condensación de nubes (CCN) en la formación de gotas de agua líquida y como partículas nucleantes de hielo (INP) en la formación de cristales de hielo, modifican las propiedades dinámicas y microfísicas de las nubes. La formación de partículas de nube con la intervención de aerosoles es lo que se denomina nucleación heterogénea. La iniciación de la fase de hielo en las nubes se produce principalmente a causa de este tipo de nucleación, dentro de la cual se encuentra el modo de nucleación heterogénea por inmersión. En este mecanismo la congelación de una gotita de agua se produce cuando hay un aerosol, INP, sumergido en ella.

La variabilidad espacial, temporal, morfológica y química de los aerosoles que actúan como nucleantes le confiere gran complejidad al estudio de la nucleación de partículas de nube. En general, los trabajos coinciden en la importancia de los aerosoles minerales y biológicos como INP, y en algunos trabajos, incluso, de aerosoles antropogénicos (e.g. [3-4]).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el rol de cenizas volcánicas como INP en el modo de inmersión, y se planteó bajo la hipótesis de que tales cenizas afectan favorablemente la formación de hielo en las nubes. Para cumplimentar este objetivo se realizaron experimentos a nivel de laboratorio en una cámara fría aplicando la metodología de congelación de gotas de agua sobreenfriada [5]. Se analizaron muestras de ceniza recolectadas de los volcanes Chaitén, Puyehue y Calbuco, las cuales fueron fraccionadas por tamaño de partícula considerando su distribución granulométrica. Se trabajó con suspensiones de cenizas con concentración 1 mg/ml y volumen de gota de 2,5 μl . En el caso de las cenizas del Chaitén, también se analizaron suspensiones con concentración 0,1 mg/L y 0,04 mg/L. Se consideraron nucleantes efectivos aquellas cenizas volcánicas que, suspendidas en las gotas de agua, provocaron su congelación a temperaturas mayores a las que se produciría la congelación de la gota de agua pura.

Como resultado se encontró que las cenizas del volcán Chaitén fueron claramente INP por inmersión en los tamaños $<30 \mu\text{m}$ y $<10 \mu\text{m}$, en todas las concentraciones analizadas. También resultaron INP las cenizas de volcán Calbuco en la fracción $<20 \mu\text{m}$ y las cenizas del volcán Puyehue $<50 \mu\text{m}$, aunque en menor medida que las del volcán Chaitén. Mientras que las cenizas del volcán Puyehue en sus fracciones más finas, $<10 \mu\text{m}$ y $<20 \mu\text{m}$, no resultaron INP. En todos los casos, las muestras más gruesas tuvieron mayor capacidad de nucleación.

Estos resultados prueban la importancia de las emisiones de estas cenizas volcánicas como iniciadoras de la fase hielo en las nubes, y permitirán obtener parametrizaciones de las cenizas volcánicas como INP en función de su tamaño y concentración. De esta manera, el presente trabajo contribuye al avance en el conocimiento de la interacción de los aerosoles y las partículas de nube.

Referencias

- [1] Lv Z. et al. (2024): Aerosol-radiation interaction and its variation in North China within 2015-2019 period under continuous PM_{2.5} improvements. *J. Environ. Sci.*, 136, 81-94.
- [2] Twomey S. (1974): Pollution and the planetary albedo, *Atmos. Environ.*, 8, 1251-1256.
- [3] Hoose C., et al. (2010): A classical-theory-based parameterization of heterogeneous ice nucleation by mineral dust, soot, and biological particles in a global climate model. *J. Atmos. Sci.* 67, 2483-2503.
- [4] Zhao B. et al. (2019): Ice nucleation by aerosols from anthropogenic pollution. *Nat. Geosci.*, 12(8), 602-607.
- [5] Ardon-Dryer K. y Levin Z. (2014): Ground-based measurements of immersion freezing in the eastern Mediterranean. *Atmos. Chem. Phys.* 14, 5217-5231.

Poster ID: **AT-16**

Estimación de las dosis de vitamina D₃ al mediodía solar durante el periodo otoño-invierno en Rosario, Argentina

Tomás K¹, Ipiña A²

¹ Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura (FCEIA)

² Instituto de Física Rosario (IFIR)

La vida en la Tierra depende de una forma u otra de la radiación solar. Para los humanos, la exposición al sol es la principal fuente de obtención de vitamina D. En las últimas décadas se han registrado niveles deficientes de esta vitamina en diversas poblaciones del mundo [1]. Este efecto ha sido asociado principalmente a la reducción de actividades al aire libre y a la protección excesiva de la piel [2]. A pesar de los beneficios de la exposición solar para la síntesis cutánea de pre-vitamina D, se utiliza poco debido al desconocimiento de los tiempos necesarios para acumular las dosis diarias sin que se produzcan daños. En este trabajo, se realizaron mediciones a lo largo del día de la irradiancia solar ponderada para la producción de vitamina D₃ (en Unidades Internacionales por minuto, $\frac{UI}{min}$) en la ciudad de Rosario, Argentina. La irradiancia de vitamina D₃ máxima diaria fue registrada en un rango de 46 ± 5 a $13 \pm 1 \frac{UI}{min}$, bajo cielo despejado durante la temporada otoño-invierno 2023. Asimismo se determinó un valor de $2 \pm 1 \frac{UI}{min}$

en condiciones de cielo nublado. Basado en las mediciones in situ de una hora alrededor del mediodía solar, se calcularon las dosis de vitamina D₃ para los seis fototipos de piel [3] en personas mayores de 20 años, con el 10 % y 30 % de la superficie corporal descubierta. Se discuten los resultados con otros estudios interdisciplinarios que reportan diferencias para cada dosis [4-6]. Se determinaron los tiempos de exposición solar en un fototipo II para acumular la dosis diaria recomendada, así como los factores de influencia en la eficiencia de la adquisición.

- [1] J Hilger et. al British Journal of Nutrition 111 (2014) 23–45
- [2] DE Godar, Photochemistry and Photobiology 74 (2001) 787–793
- [3] TB Fitzpatrick, Arch. Dermatol. 124 (1988) 869-871
- [4] A Ipiña et al. Anales AFA. 32 (2022) 88-92
- [5] JW Krzyścin et al. JPPB 159 (2016) 101–105
- [6] H Jahrami et al. Nutrients 12 (2020) 2587

Poster ID: **[AT-17]**

Respuesta de la ionósfera en latitud media y baja a la tormenta geomagnética ocurrida el 26 de Febrero de 2023

Melendi Y D^{1 2 4}, Duran T^{1 2}, Padula Villagra C A^{3 4}, Paz M F^{3 4}, Buezas F S^{1 2}, Juan A^{1 2}, Molina M G^{3 4 5 6}

¹ Instituto de Física del Sur (IFISur), Departamento de Física

² Universidad Nacional del Sur (UNS), Departamento de Física

³ Universidad Nacional de Tucumán (UNT), LIANM, FACET

⁴ Universidad Nacional de Tucumán (UNT), Tucumán Space Weather Center, FACET

⁵ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), UNT

⁶ Istituto Nazionale Geofisica e Vulcanologia (INGV), Roma, Italia

Uno de los eventos más importantes de la meteorología del espacio son las tormentas geomagnéticas que pueden tener consecuencias muy significativas en la alta atmósfera terrestre. Más precisamente la ionósfera se ve afectada por las tormentas geomagnéticas que, en consecuencia, pueden ocasionar daños importantes en diferentes actividades socio-económicas que dependen, por ejemplo, de las telecomunicaciones. Durante una tormenta geomagnética, se produce una entrada de energía adicional en la ionósfera en regiones polares, que puede transportarse a otras latitudes y afectar directamente la concentración de electrones en la región F2^{1,2,3,4}.

Entre los días 26 de Febrero y 01 de Marzo del 2023 tuvo lugar una tormenta geomagnética severa (Kp=7, G3) cuyo comienzo repentino ocurre el 26 de Febrero. El objetivo de este trabajo es estudiar los impactos de esta tormenta sobre la ionósfera tanto en latitud baja como en latitud media. Para ello, se anali-

zan datos (ionogramas) provistos por dos sondadores ionosféricos instalados en Tucumán-Argentina (26,9 S; 294,6 E, estación de baja latitud) y Bahía Blanca-Argentina (38,7 S; 62,3 W, estación de latitud media) observando en particular la frecuencia crítica de la capa F2 (foF2). Se identificó un decrecimiento en foF2 para ambas estaciones durante la fase principal de la tormenta geomagnética (27 de Febrero), lo que indica la presencia de una tormenta ionosférica de fase negativa. Cabe destacar que la ocurrencia de la tormenta ionosférica negativa se observa primero en Bahía Blanca y luego en Tucumán con una diferencia de 1 hr, lo que sugiere que la perturbación ocurre desde zonas polares (acoplamiento con la magnetósfera) hacia el ecuador. Durante la fase de recuperación de la tormenta geomagnética (durante el día 28 de Febrero) se observó un aumento significativo en foF2 (tormenta ionosférica positiva) únicamente para la estación Tucumán. Estos resultados preliminares serán agregados a futuros análisis utilizando otras mediciones e instrumentos.

Referencias

- [1] A.D. Danilov and J. Lastovicka, Effects of geomagnetic storms on the Ionosphere and atmosphere, International Journal of Geomagnetism and Aeronomy Vol. 2, No. 3, Pages-209-224 (2001)
- [2] C. Huang, et al., Storm-Time Penetration Electric Fields and Their Effects, Eos, Vol. 87, No 13 (2006)
- [3] A.D. Danilov, Ionospheric F-region response to geomagnetic disturbances, Advances in Space Research 52 343-366 (2013)
- [4] M. G. Molina, et al., Consequences of a Solar Wind Stream Interaction Region on the Low Latitude Ionosphere: Event of 7 October 2015, Sol Phys 295, 173 (2020)

Poster ID: AT-18

Calidad del aire en sitios del Gran Rosario durante eventos de quemadas en el Delta del Río Paraná: análisis de mediciones in-situ y datos satelitales

Micheletti M I^{1,2}, Piñol G A¹, Valle Seijo M F^{1,3}, Binet M V¹, Carreras H A^{4,5}, Grossi M M^{4,5}

¹ Instituto de Física Rosario (IFIR), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Universidad Nacional de Rosario (UNR)

² Facultad de Ciencias Bioquímicas y Farmacéuticas (FBIOyF), Universidad Nacional de Rosario (UNR)

³ Pontificia Universidad Católica Argentina (UCA), Facultad de Química e Ingeniería.

⁴ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Universidad Nacional de Córdoba (UNC), Instituto Multidisciplinario de Biología Vegetal

⁵ Universidad Nacional de Córdoba (UNC), Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.

Durante los últimos años, recurrentes eventos de quemas en las islas del Delta del Paraná, agravados por períodos de prolongadas sequías, han sido responsables de aumentos significativos en los niveles de los contaminantes atmosféricos, a saber, material particulado y gases, en el Gran Rosario (GR). En este trabajo, se analizan sitios cercanos a la zona costera de este conglomerado urbano y sus alrededores, evaluando las variaciones en los niveles de los contaminantes en relación con los focos de incendios y las condiciones meteorológicas. Se obtuvieron datos satelitales de concentraciones de gases y espesor óptico de aerosoles (partículas en suspensión) y datos in-situ de concentración de aerosoles. Se evaluaron las direcciones de los vientos y la ubicación de los focos de fuego en el Delta, detectándose subidas pronunciadas en los niveles de los contaminantes cuando arribaban las masas de aire que transportaban el humo de los incendios al GR. Los sitios más afectados fueron los de la zona sur del GR, debido a los grandes focos de incendios ubicados frente a ellos. En el período de invierno analizado (26/07/21 – 07/08/21) la evolución espacio-temporal de los contaminantes investigados fue primordialmente modulada por las quemas, apantallando el efecto de las fuentes asociadas a los usos de suelo propios de los lugares estudiados. Esto tiene importantes implicancias en la salud de la población expuesta a estos eventos agudos y altamente variables, de alta contaminación.

Poster ID: AT-19

Estimación de concentraciones de CH₄ a partir de ensayos con ganado bovino y ovino en cámaras de ambiente controlado: un análisis preliminar

Mansilla R A^{1,2}, Gomba J M^{1,2}, Juliarena M P^{1,2}, Ricci P³

¹ Centro de Investigaciones en Física e Ingeniería del Centro de la Pcia. de Buenos Aires (CIFI-CEN), UNCPBA - CICPBA- CONICET, Tan

² U. N. del Centro de la Pcia. de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas, Instituto de Física Arroyo Seco, Tandil, Argentina

³ Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) - Conicet

En este trabajo exponemos los resultados de experimentos con una técnica de colecta de gases alternativa, realizados en el marco de ensayos de medición de la emisión de metano ruminal de ganado vacuno y ovino con la técnica de cámaras de ambiente controlado, considerada “Gold Standard”. Ambas técnicas permiten estimar la concentración promedio de CH₄ en el aire exhalado por los animales luego de un periodo de muestreo T. Los experimentos se llevaron a cabo en las instalaciones de la Estación Experimental INTA Balcarce, Provincia de Buenos Aires, Argentina (37°46'14.1"S, 58°18'21.9"W). Dividimos los experimentos en dos etapas. En la primera se emplearon vacas, siendo el objetivo analizar el efecto del periodo de muestreo sobre la precisión en la estimación de la concentración media

de CH₄. En la segunda se utilizaron ovejas, donde introdujimos modificaciones geométricas en el muestreador y evaluamos su efecto sobre la precisión de la estimación de la concentración media de CH₄. En todos los casos, el período de muestreo varió de 1 a 4 días, confinando un animal por cámara en cada uno de ellos.

Enseñanza de la física

Charlas

Martes 19 de 14:00 a 14:20

Biblioteca Rivadavia - Sala 1

Fomentando habilidades experimentales: Una experiencia educativa para comprender y medir las constantes fundamentales.

Marchisio A¹, Safadi S N¹, Demo A¹, Paz G¹, Tomaselli N¹, Aguilar A M¹

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

Las constantes fundamentales de la física definen los fenómenos y comportamientos de la naturaleza. Sin embargo, su determinación experimental resulta un desafío técnico incluso para los laboratorios más avanzados del mundo, siendo un área de investigación activa en la física actualmente [1-2]. En el presente trabajo se plantea un diseño experimental que busca dotar al estudiante de creatividad y herramientas para poder desarrollar actividades de laboratorio. En este sentido, se busca medir el cociente $\frac{e}{k_B}$ que resulta interesante desde el punto de vista teórico y desafiante desde un punto de vista experimental. Para este propósito, la medición de parámetros en circuitos usando componentes no lineales ha demostrado la posibilidad de obtener este valor [3-4].

Se realizó una adaptación del montaje experimental implementado en trabajos previos [3-4], utilizando equipamientos más accesibles disponibles en los laboratorios de carreras de grado. El experimento consistió en investigar el comportamiento de un diodo comercial, específicamente la relación entre la corriente (I_D) y el voltaje (V_D) a diferentes temperaturas, en el rango de 0°C a 100°C. Estos parámetros están relacionados por el modelo de Shockley [5] (asumiendo un diodo ideal), que a su vez depende del cociente $\frac{e}{k_B}$, permitiendo así su medición indirecta.

La actividad presentada utiliza materiales de bajo costo, fácil acceso y montaje, sin requerir un laboratorio especializado. La misma fomenta la creatividad e ingenio para el diseño de métodos de medición, algo que es de gran importancia a la hora de enseñar a los estudiantes de grado de las diferentes disciplinas experimentales.

Referencias

- [1] Karshenboim, S. G. (2013). Recent progress in determination of fundamental constants and fundamental physics at low energies. *Annalen der Physik*, 525(7), 472-483.
- [2] Fellmuth, B., Gaiser, C., & Fischer, J. (2006). Determination of the Boltzmann constant—status and prospects. *Measurement Science and Technology*,

17(10), R145.

[3] Cruz, V. S. D., & Soares, V. (2015). Determinação experimental da constante de Boltzmann a partir da curva característica corrente-voltagem de um diodo. Revista Brasileira de Ensino de Física, 37.

[4] Inman, F. (2005). A Simple Laboratory Experiment to Measure e/k. The Physics Teacher, 43(1), 27-28.

[5] Shockley, W. (1949). The Theory of p-n Junctions in Semiconductors and p-n Junction Transistors. Bell system technical journal, 28(3), 435-489.

Contacto: Andrés Marchisio, a.marchisio.unrc@gmail.com

Martes 19 de 14:20 a 14:40

Biblioteca Rivadavia - Sala 1

Enfoque fenomenológico al estudio de modos normales mediante osciladores mecánicos en un laboratorio de enseñanza universitaria

Garros A¹ ², Pérez Schuster V¹ ³

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 Instituto de Biotecnología y Biología Traslacional (iB3), FCEN, UBA. Buenos Aires, Argentina.

La naturaleza física de los modos normales suele introducirse, a nivel teórico, como una consecuencia del formalismo de las ondas mecánicas en sistemas clásicos de muchos cuerpos, por ejemplo, masas acopladas con resortes. Este paradigma didáctico permite acercar fenómenos ondulatorios más avanzados, como el comportamiento ondulatorio de la luz, siguiendo un abordaje más cercano y concreto. Sin embargo, en los laboratorios de enseñanza, la emergencia de los modos normales suele quedar supeditada al estudio del sonido y la luz dentro del marco teórico ya impuesto a priori. Este enfoque experimental coarta la posibilidad de descubrir en forma espontánea y fenomenológica la naturaleza emergente de los modos normales experimentando con sistemas mecánicos. A lo largo de los años, múltiples autores han propuesto distintas metodologías experimentales con variada dificultad que permiten estudiar los modos normales en sistemas mecánicos discretos. Los dispositivos comunes asociados a estas metodologías pueden generalizarse en dos categorías: masas acopladas a resortes [1-3] y péndulos acoplados [4-6]. En cada caso, la dificultad propia de la experiencia varía de acuerdo al diseño particular del dispositivo, las formas de medición y los análisis requeridos. En este

trabajo, proponemos un enfoque fenomenológico al estudio de los modos normales mediante osciladores mecánicos (masas acopladas) en un laboratorio de enseñanza universitaria [7]. A partir de una revisión sistemática, proponemos diversas metodologías experimentales simplificadas y jerarquizadas que permitan abordar este enfoque en forma sencilla en un laboratorio de mecánica con modalidad presencial o virtual, como también con demostraciones en el aula de una clase teórica.

- [1] F. Miller, Am. J. Phys. 20 (1), 23–25 (1952).
- [2] P. A. DeYoung, D. LaPointe, J. Levy, and W. Lorenz, Am. J. Phys. 64 (7), 898–902 (1996).
- [3] J. A. Monsoriu, M. H. Giménez, J. Riera, and A. Vidaurre, Eur. J. Phys. 26 (6), 1149 (2005).
- [4] C. R. Kannevurf and H. C. Jensen, Am. J. Phys. 25 (7), 442–445 (1957).
- [5] F. Bueche and C. Pavelka, Am. J. Phys. 32 (3), 226–228 (1964).
- [6] C. Liang, W. Ke, M. Fu, C. Wang, and X. Chen, Am. J. Phys. 83 (5), 389–394 (2015).
- [7] A. Garros and V. Pérez Schuster, en preparación.

Contacto: Adan Garros, adangarros@gmail.com

Martes 19 de 14:40 a 15:00

Biblioteca Rivadavia - Sala 1

Variante del experimento de Leonardo da Vinci sobre la gravedad

Brizuela H G³ 1 2

¹ Universidad Nacional de Tucumán (UNT), Departamento de Física, Laboratorio de Física del Sólido

² Universidad Nacional de Tucumán (UNT), Laboratorio de Física Experimental I y II

³ Universidad Nacional de Tucumán (UNT), Departamento de Física, Cátedra de Epistemología e Historia de la Física

Recientemente se descubrió en el Codex Arundel una serie de anotaciones hechas por Leonardo da Vinci que sugieren que había llegado a interpretar la gravedad como una aceleración. Las anotaciones incluyen un dibujo de una vasija que se desplaza horizontalmente (móvil) mientras deja caer cuerpos esféricos (esferas). Los croquis que acompañan ese dibujo sugieren que la hipótesis de Leonardo era que si el móvil se desplaza con la misma aceleración con la que caen verticalmente las esferas, éstas en un instante estarán alineados en una recta que forma un ángulo de 45° con la horizontal. En un laboratorio de Caltech se realizó un experimento similar, y en la filmación se aprecia que efectivamente se cumple la conjectura de Leonardo. En este trabajo se presenta una variante de dicho experimento, en la

que se introducen dos modificaciones: 1- Las esferas están fuera del móvil, lo que permite que éste tenga masa constante y se pueda controlar su aceleración con sólo un contrapeso y una roldana. 2- Las esferas no caen verticalmente, sino que ruedan por un plano inclinado, con lo que se obtienen aceleraciones menores que "g", lo que a su vez permite realizar filmaciones de buena calidad con cámaras comunes. Ajustando la aceleración del móvil a la de las esferas, se obtiene la misma alineación sobre una recta a 45° que la que ocurre en caída vertical. Es posible realizar un montaje sencillo que permita repetir el experimento para distintos ángulos de inclinación del plano. A partir de este diseño, se puede plantear una serie de prácticas de laboratorio para estudiantes de primer año.

Contacto: Horacio Guillermo Brizuela, hbrizuela@herrera.unt.edu.ar

Martes 19 de 15:00 a 15:20

Biblioteca Rivadavia - Sala 1

La falta de recursos y la impresión 3D como solución para demostraciones y equipamiento de laboratorio

Gulich D^{1,2}

¹ Centro de Investigaciones Ópticas (CIOp), CIC-UNLP-CONICET

² Departamento de Ciencias Básicas, Facultad de Ingeniería, UNLP

Las tecnologías de impresión 3D permiten la materialización de diversas piezas de experimentación (tanto para la enseñanza como para el laboratorio) [1] que resultan muy difíciles de adquirir en las condiciones actuales. En efecto, estas técnicas han tenido en los últimos años un gran desarrollo y una reducción de costo logrando la suficiente inserción en el mercado local como para considerarlas una herramienta más en cualquier taller de universidad, laboratorio o personal. Repasamos brevemente las tecnologías disponibles y sus usos más adecuados, las herramientas de diseño, repositorios y casos de uso.

[1] Gulich, D. (2022, December 1). Reviewing the Link Between Young and Michelson Under COVID Lockdown. *The Physics Teacher*; American Association of Physics Teachers. <https://doi.org/10.1119/5.0050814>

Contacto: Maximiliano Damian Gulich, damian.gulich@gmail.com

Martes 19 de 15:20 a 15:40

Biblioteca Rivadavia - Sala 1

Cartas de un cielo a otro: una obra literaria que revaloriza el rol de la pregunta en la educación primaria

Formichella M D C¹, Pincelli M M², Otranto S²

¹ Universidad Nacional del Sur (UNS), Escuela de Enseñanza Inicial y Primaria, 11 de Abril 445 B8000LMI Bahía Blanca, Argentina

² Instituto de Física del Sur (IFISur), Departamento de Física, Universidad Nacional del Sur (UNS), CONICET, Av. Alem 1253, B8000CP, Bahía Blanca, Argentina

En función del crecimiento tecnológico exponencial experimentado en las últimas tres décadas , el paradigma de profesiones y empleos que serán necesarios en el futuro mediato, junto a la amplia disponibilidad de información en formato digital, ha hecho evidente la necesidad de repensar los métodos educativos, los diseños curriculares y las herramientas a generar de cara a la segunda mitad del siglo XXI. Actualmente, hay un acuerdo generalizado en que el pensamiento crítico representará en el medio término una herramienta indispensable que debe ser promovida de manera temprana en el proceso educativo [1-2]. En ese contexto, las ciencias naturales proveen un marco ideal desde el cual transversalizar la currícula en el nivel primario, dando lugar a un enfoque holístico que puede ser fácilmente materializado en una modalidad de trabajo en término de proyectos [2-4].

En este trabajo se presenta una obra literaria de reciente edición y que fuera generada en respuesta a las limitaciones experimentadas durante el período de aislamiento preventivo y obligatorio en el marco de la pandemia COVID19 [5]. Esta obra se centra en las conversaciones entre tres primos que descubren las cartas que sus tatarabuelos se intercambiaron entre 1926 y 1927, mientras se mantuvieron separados cuando el tatarabuelo emigró hacia Argentina, dejando a su esposa en España. A través de las misivas, los primos no solo descubren la historia familiar y la realidad de la inmigración, sino que hacen propias y discuten las preguntas que se hacía el tatarabuelo a medida que observaba algunos fenómenos astronómicos desde un hemisferio diferente. Se discutirá cómo esta obra entrelaza y permite abordar de manera simultánea contenidos curriculares propios de las ciencias naturales, con los de las ciencias sociales, y las prácticas del lenguaje, pudiendo ser adaptada tanto para el primer como para el segundo ciclo de la educación primaria.

[1] Kyllonen M. 2019 A New Narrative for the Future: Learning, Social Cohesion and Redefining ‘Us ’. in ‘Sustainability, Human Well-Being, and the Future of Education ’(Palgrave Macmillan Cham)

[2] Sagan C 1997 The Demon-Haunted World, Science as a candle in the dark (Headline Book Publishing, London).

[3] Chalmers A 2013 What is this thing called science? (University of Queensland

Press, Brisbane).

- [4] Zohar A 2004 Higher Order Thinking in Science Classrooms (Springer, Berlin).
- [5] Formichella M. del C., Pincelli M. M. y Otranto S 2022 Cartas de un cielo a otro (EdiUNS, Bahía Blanca).

Contacto: Sebastian Otranto, sotranto@uns.edu.ar

Martes 19 de 15:40 a 16:00

Biblioteca Rivadavia - Sala 1

Lluvia de Ideas: Fomentando la construcción activa de conocimiento

Demo A¹, Paz G¹, Safadi S N¹, Marchisio A¹, Reviglio A L¹, Santo M¹

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

Actualmente el desarrollo científico avanza a una velocidad sorprendente, con lo cual es cada vez más difícil que los diferentes profesionales mantengan sus conocimientos actualizados. Es por ello, que es necesario formar profesionales con nuevas estrategias de enseñanza-aprendizaje que pongan el foco en generar habilidades profesionales, en conjunto con los necesarios contenidos conceptuales. [1] En el contexto específico de la enseñanza de la Física universitaria, se busca generar nuevas estrategias que ayuden a los estudiantes a involucrarse de manera activa en el aprendizaje, para que organicen y elaboren nuevos conocimientos y los integren a las experiencias previas; para que trabajen en equipo, para que aprendan a pensar, regulen sus motivaciones, encuentren sentido a lo que hacen y lo utilicen en nuevas situaciones [2]; y para que comuniquen a sus pares sus ideas y pensamientos.

En el marco de un Proyecto de Innovación e Investigación para el Mejoramiento de la Enseñanza de Grado (PIIMEG), de la Universidad Nacional de Río Cuarto, se llevaron adelante, desde el Departamento de Física, diversas actividades tendientes a alcanzar dicho objetivo. En este trabajo se presenta una de las actividades desarrolladas, la cual consistió en una “lluvia de ideas” [3] coordinada por alumnos del cuarto año de la Licenciatura en Física y desarrollada en grupos de trabajo conformados por estudiantes de la asignatura física de los primeros años de distintas carreras. La actividad buscó generar ideas nuevas de manera espontánea frente a un interrogante o tema definido, explorando alternativas y creando diversas posibilidades. Generando, a través de la “lluvia de ideas”, un espacio de intercambio entre pares, que enriquezca el diálogo y la interdisciplinariedad, además de la fluidez de discusión debido a la ausencia de docentes intervenientes.

El aprendizaje es significativo cuando tiene alguna relevancia en la vida del sujeto y cuando éste puede relacionar los nuevos conocimientos con sus experiencias o conocimientos previos.[2] Por ello, se propusieron interrogantes como: la variación de tonos azules y blancos en los glaciares y otras formas de agua en estado sólido, el por qué de la forma semicircular del arcoíris y el llamado "Efecto Mpemba", cuando el agua caliente se congela antes que el agua fría bajo ciertas circunstancias. [4-6] Cada fenómeno fue acompañado por imágenes y videos para ilustrar y despertar la curiosidad de los estudiantes.

Si bien el objetivo de la actividad no consistía en encontrar la explicación exacta de cada fenómeno, sino más bien en el proceso creativo generado a partir de la lluvia de ideas, se obtuvieron respuestas concluyentes y en algunos casos se plantearon nuevas curiosidades y más preguntas. Al fomentar la participación estudiantil y promover el diálogo abierto, se fortaleció la comunidad académica y se enriqueció el aprendizaje tanto para estudiantes que recién inician el trayecto formativo, como para estudiantes avanzados.

Referencias

1. Aduriz Bravo, A. (2017). Pensar la enseñanza de la física en términos de "competencias" Revista de Enseñanza de la Física. Vol. 29, No. 2, 21-31
2. Crispín Bernardo M. L., Esquivel Peña M., Loyola Hermosilla M., Fregoso Infante A. (2011) Aprendizaje autónomo: orientaciones para la docencia / Capítulo I. ¿Qué es el aprendizaje y cómo aprendemos? ISBN: 978-607-417-137-2 Dirección de Publicaciones de la Universidad Iberoamericana, AC. México
3. Legaz Pérez, I., Gutiérrez González, L., & Luna Maldonado, A. (2017). Brainstorming como recurso docente para desarrollar competencia investigadora. Revista iberoamericana de educación.
4. Benn, D. I., Evans, D. J. A. (2010) Glaciers and Glaciation. Hodder Education
5. Callegari, F. A., & Freschi, A. A. (2017). Óptica del Arco Iris. Revista de Enseñanza de la Física, 29(1), 41-49.
6. Brownridge, J. D. (2011). When does hot water freeze faster than cold water? A search for the Mpemba effect. American Journal of Physics, 79(1), 78-84.

Contacto: Marisa Santo, msanto@exa.unrc.edu.ar

Martes 19 de 16:00 a 16:20

Biblioteca Rivadavia - Sala 1

Análisis de un ejemplo del libro Mecánica Clásica de H. Goldstein. ¿Cuán fáciles de entender son los ejemplos?

Hoyos E¹, Morales M A¹

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

La comprensión de conceptos a partir de material escrito es uno de los procesos más importantes en el que se involucran los estudiantes de ciencia a nivel universitario. El aprendizaje a partir de un texto de física ha sido descrito como una interacción compleja entre el que aprende, el texto y algunas variables de contexto. En este trabajo se van a tener en cuenta dos aspectos: características de los textos y la manera en que se plantea la comprensión y el aprendizaje de conceptos a partir de estos. Alexander y Kulikowich (1994) caracterizan a los textos de física como «bilingües» ya que el lector debe moverse mentalmente entre un sistema simbólico (matemático y científico) y un sistema lingüístico. El esfuerzo cognitivo que realiza un lector para comprender un texto es mayor cuando tiene menos traducciones lingüísticas. El segundo aspecto de este análisis está centrado en la comprensión y aprendizaje a partir de textos. La comprensión implica la construcción por parte del lector de una representación mental coherente que capta el significado pretendido del texto. El lector también incorpora conocimientos previos relevantes a la representación. Juntos, los elementos y las relaciones crean una descripción interpretada de la información en el texto. Para la comprensión, el conocimiento previo del lector apoya el proceso de interpretación y representación del texto. Para aprender, el conocimiento previo se convierte en objeto de cambio van den Broek (2010). El esfuerzo cognitivo que realiza un lector está asociado a la gran cantidad de información implícita en el texto, información que el lector debe conocer previamente y que debe ser capaz de utilizar durante la lectura para entender completamente el texto. Este trabajo tiene dos etapas, la primera se centra en el análisis de un ejemplo presentado en el libro de Goldstein para aclarar ideas respecto del Hamiltoniano (pp 429 a 430), indagando acerca del grado de explicitación y la traducción simbólico lingüística. En la segunda etapa del trabajo se llevaron a cabo cuestionarios a docentes de física sobre el ejemplo elegido para ver si reconocen el grado de explicitación y la traducción simbólico lingüística que presenta el texto. Los lectores a los que está dirigido este ejemplo son estudiantes de tercer año de una licenciatura en física, se parte del supuesto que a pesar de la madurez que estos deben tener en el momento de sus carreras en el que interactúan con este texto, son lectores que por primera vez se encuentran con estos temas, es decir que se consideraran novatos. El análisis del ejemplo realizado, teniendo en cuenta que está dirigido para lectores

novatos, muestra que tiene pocas traducciones simbólico lingüísticas, dejando al lector el trabajo de hacer estas traducciones. Se observa además que estas traducciones, las que debe realizar el lector, son importantes para la comprensión del ejemplo. Por otra parte, la información implícita, aquella que el lector debe tener como conocimiento previo y que debe utilizar, es muy abundante, produciendo un gran esfuerzo cognitivo por parte del lector para aprender a partir del texto. Los cuestionarios realizados muestran que para los consultados, el texto no es de fácil lectura debido a las pocas traducciones simbólicos lingüísticas y a la gran cantidad de información que está implícita. El trabajo a futuro es indagar a los estudiantes en el momento de su primera interacción con el texto, para identificar cuento esfuerzo cognitivo requiere comprender este texto. Alexander, P.A, y Kulikowich, J. (1994). Learning from a Physics text: A synthesis of recent research. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(9), 895-911. Goldstein, H (2002). Mecánica Analítica. Editorial Reverte Van den Broek, P. (2010). Using Texts in Science Education: Cognitive Processes and Knowledge Representation. *Science* 328, 453-456.

Contacto: Elena Hoyos, hoyosele@gmail.com

Posters

Poster ID: EF-1

Laboratorios de ciencias naturales y tecnología con modelo de currículum integrado

Leguizamón G N¹, Nieva M V¹

¹ Universidad Nacional de Catamarca (UNCa), Dep. Física - Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

Este trabajo tiene como objetivo socializar la experiencia de trabajo en el marco del Proyecto de Extensión Universitario, Fortaleciendo laboratorios de ciencias naturales y tecnología con modelo de currículum integrado, convocatoria 2022-2023. Los conocimientos que se trabajan en las escuelas, y en especial dentro de estos espacios curriculares, suelen tener una visión parcelada de saberes que no contemplan la interdisciplinariedad y a su vez lejanos a la cotidianidad y la realidad del contexto escolar. Este modelo de enseñanza integrador, conlleva a pensar en realizar un refuerzo de los saberes construidos y trabajar en proyectos interdisciplinarios, cuyos conocimientos se relacionan según contextos y necesidades del entorno en busca de una mejor comprensión. Las prácticas experimentales en situaciones contextualizadas, correlacionando disciplinas como: física, química,

biología y tecnología, fueron desarrolladas con estudiantes del Ciclo Básico del Nivel Secundario. La planificación de actividades de las temáticas abordadas, a cargo de docentes y estudiantes de la universidad y docentes del establecimiento educativo, permitieron a los alumnos de la escuela explorar y verificar experimentalmente, fenómenos presentes en la vida cotidiana. Estas tareas implican metodologías de trabajo que incluyen: observación del fenómeno, confección de tablas y gráficos, contrastación de lo observado con modelos teóricos y sus resultados, trazado de inferencias y el desarrollo del pensamiento reflexivo desde este abordaje interdisciplinario.

Poster ID: EF-2

Construcción de una máquina de Wimshurst para enseñar principios de electrostática

Candia M¹, Ferrero O¹, Diaz Torres F M¹, Arrese F G¹

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

El proyecto se enfoca en la construcción de una máquina de Wimshurst con el objetivo de utilizarla como estrategia didáctica para enseñar conceptos de la electricidad estática. El prototipo fue utilizado en la cátedra de electricidad y magnetismo de las carreras licenciatura y profesorado en física en la Universidad Nacional de La Pampa. La máquina de Wimshurst genera cargas eléctricas mediante la inducción electrostática y permite demostrar fenómenos como la atracción y repulsión de cargas, la generación de chispas y la acumulación de cargas en conductores. La comunidad de investigadores y educadores en educación científica sostiene el uso de la historia de las ciencias es fundamental para que los estudiantes se apropien de una visión dinámica y humana de la actividad científica. En este marco, la construcción de la máquina de Wimshurst busca acercar a los estudiantes la dimensión humana de las ciencias al hacer énfasis en los procesos de construcción del conocimiento y promover el interés en este área de la física.

Poster ID: EF-3

Determinación de contenido graso en crema de leche utilizando resonancia magnética ex-situ

Cendoya D¹, Grilli Z¹, Turri F¹, Maldonado Ochoa S A^{1,2}, Acosta R H^{1,2}

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

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Instituto de Física Enrique Gaviola (IFEG)

El control de calidad en alimentos es de suma importancia en el desarrollo de la calidad de vida de la población. Entre las numerosas técnicas analíticas existentes, la resonancia magnética nuclear (RMN) se destaca por ser no invasiva, es decir que puede medir un sistema sin alterarlo. En particular, los sensores unidireccio-

nales son sistemas abiertos donde una muestra puede ser medida sin quitarla de su envase original. En este trabajo se presenta un práctico de laboratorio utilizado en la carrera del doctorado de FAMAF-UNC y recientemente incorporado en una materia de quinto año: Experimental V.

El objetivo es brindar al estudiante los conocimientos básicos sobre la fenomenología de la RMN y cómo la determinación de parámetros característicos de un sistema, tales como tiempos de relajación y coeficientes de autodifusión pueden ser utilizados para realizar un control de calidad en la industria alimentaria. Se detallan tres experimentos a realizar para: 1) familiarizarse con la técnica y el procesamiento de datos, 2) caracterizar dos cremas de leche comerciales mediante experimentos sencillos con un modelado simple, y 3) implementar experimentos bidimensionales que correlacionan dos parámetros característicos. Esta última etapa requiere de la incorporación de elementos tales como manejo matricial de datos e inversión numérica de matrices. Los experimentos se realizan en un equipo comercial NMR-MOUSE (MOBILE Universal Surface Explorer) PM25 de la marca Magritek GmbH y los códigos de procesamiento de datos se realizan en Python.

Poster ID: EF-4

Determinación de la aceleración de la gravedad mediante una señal de audio

Reimers W G¹, Luna C R¹

¹ Universidad Nacional del Sur (UNS), Universidad Nacional del Sur- Dpto. de Física

En la infancia, los niños desarrollan preconceptos sobre la física del movimiento, basados en su observación y experiencia personal [1]. Algunos preconceptos comunes tales como: pensar en la necesidad de una fuerza continua para mantener un objeto en movimiento, asociar el tamaño con la velocidad y creer que los objetos se mueven siempre en línea recta, pueden corregirse a medida que los niños aprenden sobre las leyes científicas del movimiento en su educación formal. Sin embargo, algunos de estos preconcepto erróneos se detectan entre los estudiantes ingresantes a la universidad. Esto exige que se revean las formas y métodos de transmisión de los conocimientos científicos [2]; por ejemplo demostración de experimentos en el Aula [3]. Este trabajo de laboratorio tiene como objetivo abordar el estudio del movimiento mediante la experiencia, con el propósito de revertir algunos preconceptos sobre el tema. Se realizó una experiencia en el aula de caída libre para las cátedras de Física 1 y Física Arq de la Universidad Nacional del Sur. El método consistió en grabar con un celular el sonido producido por un objeto al caer desde un sensor magnético, el cual está conectado a un buzzer, hasta el suelo. Posteriormente, se analizó la señal de audio mediante un software para determinar el tiempo de vuelo y calcular la aceleración de la gravedad (g). El experimento se repitió en 30 ocasiones para obtener valores confiables, y se construyó un histograma. Este enfoque presenta diversas ventajas educativas. Por un lado,

el uso de celulares resulta interesante y atractivo para los estudiantes. Además, es accesible en entornos educativos, ya que aprovecha herramientas y recursos disponibles, como aplicaciones de grabación de audio en los celulares y software de análisis de señales de audio de acceso gratuito. Asimismo, la experiencia es de bajo costo y no requiere equipos especializados. La construcción del histograma permite analizar la variabilidad de los resultados y mejorar la comprensión de conceptos físicos relacionados con la caída libre y la aceleración de la gravedad. Los estudiantes pueden observar la distribución de valores, identificar tendencias y discutir posibles fuentes de error o discrepancias. En definitiva, esta práctica basada en señales de audio representa una alternativa interesante y accesible para la enseñanza de la física en entornos educativos. Permite a los estudiantes familiarizarse con la identificación de señales, el filtrado de ruido y la adopción de criterios de observación y análisis de señales. En resumen, esta experiencia puede ser una herramienta pedagógica efectiva para motivar a los estudiantes y mejorar su interés y comprensión en el campo de la física. Fomenta el aprendizaje interactivo y la comprensión profunda de los principios físicos subyacentes.

- [1]Carey, S. (1991). *The epigenesis of mind; essay on biology and cognition*. New-York: Lawrence Erlbaum Associates,In.
- [2] M. A. Grizalez, D. Bermeo, J. M. Agudelo , N. Sánchez Revista Colombiana de Física VOL. 34, No. 2, 2002.
- [3] Ed Walsh. Science in School: European Journal for science teachers, VOL.55, 1-4 2021

Poster ID: **EF-5**

Tubo de impedancia y resonadores Helmholtz

Gómez B¹ ², Novara I¹ ², Raviola L¹, Repetto C E¹ ², Roatta A¹ ², Vullo E³

¹ Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura (UNR)

² Instituto de Física Rosario (UNR-CONICET)

³ Instituto Politécnico Superior (UNR)

En el presente trabajo se comparan las mediciones realizadas sobre resonadores Helmholtz (RH) obtenidas a partir de dos métodos diferentes: por un lado, el RH colocado como terminación de un tubo de impedancia construido por nuestro grupo de acuerdo a las normas ISO 10534:2 y ASTM E1050, y por otro, colocando un micrófono en el interior del RH y midiendo su respuesta en frecuencia. En ambos casos se excita con ruido blanco. El segundo método permite también medir los modos superiores. Todos estos resultados se comparan con los valores teóricos que se obtienen a partir del método de las impedancias, similar al utilizado en líneas de transmisión. Para frecuencias altas se evaluará la aparición de modos transversales que desde la teoría se podrían explicar resolviendo la ecuación de ondas en 3D.

Poster ID: EF-6

Cruzando el puente: entre la teoría en la universidad y la práctica en la escuela

Pérez Millán C¹, Meo M¹, Dietz D¹, Carillán B¹

¹ Universidad Nacional del Sur (UNS), Departamento de Física, 8000 Bahía Blanca, Argentina

En este trabajo se describe una experiencia colaborativa entre estudiantes de la asignatura Didáctica Especial en Física, de la Universidad Nacional del Sur, junto con la docente de ciencias naturales de nivel primario, cuyo propósito es el modelado del fenómeno de la luz a partir de rayos. La planificación colaborativa permitió a los estudiantes universitarios vivenciar la importancia tanto de la planificación como de las readecuaciones a partir de los emergentes cotidianos propios del proceso de enseñanza y del trabajo con otros.

La experiencia se enfocó en el modelado del fenómeno de la luz a partir de múltiples representaciones del mismo, y se trabajó en conjunto con los estudiantes de la cátedra de Didáctica Especial en Física y la docente del área de ciencias naturales en una planificación colaborativa.

La experiencia fue valorada positivamente en diferentes dimensiones por la docente y los estudiantes de la institución que participaron. Los estudiantes universitarios pudieron reflexionar sobre la implementación de la planificación en un ámbito concreto y los avatares propios de las prácticas docentes, y la docente de nivel primario pudo enriquecer su práctica docente a partir de diversas experiencias propuestas y desarrolladas en conjunto con los estudiantes de nivel superior y sus propios alumnos.

En cuanto a los resultados obtenidos en el modelado del fenómenos de la luz, se logró que los estudiantes de la institución primaria pudieran construir diferentes representaciones del fenómeno, lo que les permitió comprenderlo de manera más profunda. Además, se logró que los estudiantes pudieran aplicar los conocimientos adquiridos en situaciones cotidianas, lo que evidencia la transferencia de los aprendizajes.

En conclusión, esta experiencia demuestra la importancia de la articulación entre la universidad y la escuela primaria con el propósito de la mejora continua de la enseñanza de las ciencias, con experiencias prácticas vivenciadas por los alumnos que les permitan transferir sus conocimientos a nuevas situaciones de aprendizaje, y también para enriquecer la formación de los futuros docentes a partir de prácticas de enseñanza situadas y concretas.

Poster ID: EF-7

Problemas en la calibración de un DSC como oportunidad de aprendizaje

Ayala A^{1,2}, Velázquez D^{2,3}

¹ Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNICEN), Facultad de Ciencias Exactas

² Instituto de Física de Materiales Tandil (IFIMAT)

³ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

La Calorimetría Diferencial de Barrido (DSC por sus siglas en inglés) es uno de los métodos de análisis térmico más versátil y más utilizado en la actualidad. Consiste en medir el flujo calorífico entre una muestra y una referencia, en función de la temperatura y el tiempo, durante experimentos programados, conocidos comúnmente como ‘rampas’. Debido a que las mediciones que realiza el equipo pueden variar con el paso del tiempo y su estado de conservación [1], la calibración de la sensibilidad y la temperatura de un DSC es un procedimiento necesario y rutinario, pero no por esto debe subestimarse su influencia sobre la precisión y trazabilidad de los datos, y es necesario reflexionar sobre ciertas prácticas durante su realización para evitar caer en errores sistemáticos [2-3]. La calibración consiste en generar dos polinomios, uno para la temperatura, que traduce la diferencia de potencial en las termocuplas en temperatura y otro para la sensibilidad, que traduce la diferencia de potencial entre las termocuplas de muestra y referencia en flujo de calor por unidad de tiempo. La generación de estos polinomios se realiza mediante tres tipos de mediciones en el rango de temperaturas de interés: en vacío, con una referencia, y curvas de fusión/solidificación de materiales de alta pureza, y su implementación en laboratorio está en constante revisión y optimización [4-5]. Se presenta aquí el trabajo desarrollado en el marco de la materia ‘Laboratorio 1’. de la Lic. en Física de la UNCPBA, que consistió en poner en marcha un viejo DSC que fue reparado y estuvo fuera de uso más de dos años. En el proceso de la calibración surgieron inconvenientes con el software del equipo, que presentó problemas para generar el polinomio de calibración de sensibilidad, $S(T)$, lo que demandó realizar el proceso de manera manual. Aprovechando que el software permite al usuario definir un $S(T)$ manualmente, se realizó la calibración vinculando directamente las señales primitivas (mV) registradas por el equipo con las entalías de fusión/solidificación tabuladas para cuatro materiales de alta pureza. En el proceso se estudió minuciosamente cómo pequeñas variaciones de $S(T)$ pueden afectar significativamente las determinaciones realizadas, y se exploró cómo la extrapolación del polinomio $S(T)$ para temperaturas fuera del rango de calibración depende muy fuertemente del grado del polinomio utilizado, mostrando que es extremadamente importante conocer los alcances y limitaciones de las calibraciones realizadas en un equipo para no arribar a resultados incorrectos.

Referencias:

- [1] Menczel, Joseph D. 2009. Thermal Analysis of Polymers: Fundamentals and Applications. John Wiley & Sons.

- [2] V. A. Drebushchak. ‘Calibration Coefficient Of A Heat-Flow DSC Part II. Optimal calibration procedure.’ *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, (2005).
- [3] D. P. Pishchur. ‘Recommendations on DSC Calibration.’ *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, (2000).
- [4] Shimkin, Alexey. ‘Optimization of DSC Calibration Procedure.’ *Thermochimica Acta*, (2013).
- [5] Nieto de Castro, C A. ‘Calibration of a DSC: Its Importance for the Traceability and Uncertainty of Thermal Measurements.’ *Thermochimica Acta*, (2000).

Poster ID: EF-8

Explorando la dualidad Onda-Partícula: Medición del ancho de un cabello.

Paz G¹, Safadi S N¹, Marchisio A¹, Demo A¹, Otero M¹, Fernandez L¹

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

El concepto de dualidad onda-partícula es central en la física de los últimos cien años. Sin embargo, su comprensión y asimilación es sumamente compleja debido a su carácter microscópico y a la falta de un recíproco macroscópico con características similares. [1] Desde un punto de vista operativo los estudiantes de física logran en general resolver actividades complejas basándose en un cuidadoso formalismo matemático, pero la interpretación de los resultados y su análisis conceptual trae aparejadas dificultades [2]. Esta falta de comprensión conceptual limita la posibilidad de que el estudiante verifique sus propios resultados pudiendo incluso presentar respuestas físicamente erróneas. Asimismo, esto puede dificultar la comprensión de las aproximaciones que se realizan en la teoría al estudiar sistemas de mayor complejidad, como átomos multielectrónicos, moléculas, sólidos, etc.

El objetivo de este trabajo es fomentar la discusión sobre la dualidad onda-partícula, centrándose en la luz-fotones y los electrones, utilizando la medición del ancho de un pelo como pretexto. Cabe resaltar que no se plantea aquí la introducción por primera vez de los conceptos (ya trabajados en clases previas) sino fomentar la discusión al observar su influencia en el ámbito experimental. Se explorarán diferentes métodos de medición y cómo influyen las características ondulatorias y corpusculares de las fuentes empleadas en cada caso. En primera instancia se realiza la medición utilizando un microscopio óptico, la cual se puede entender empleando conceptos de óptica geométrica. En este caso, se utiliza el concepto de la luz como rayos, discutiendo así la teoría corpuscular de Newton. A partir de aquí se discute el límite de resolución de los microscopios, lo cual requiere entender a la luz como ondas y el asociado fenómeno de difracción. Esto da lugar a un segundo método de medición: el láser y la difracción. Se resalta la

importancia de la longitud de onda observando las diferencias de medir con luz roja y verde. La experiencia anterior, determina un camino natural a seguir para superar el límite de resolución de los microscopios ópticos, medir con longitudes de ondas más pequeñas. En este punto surge la posibilidad de emplear electrones dado su comportamiento ondulatorio y las longitudes de onda asociadas a los mismos. Finalmente, se emplea un microscopio de barrido electrónico (SEM) y se discute sobre la influencia del comportamiento ondulatorio y corpuscular de los electrones.

A lo largo de toda la experiencia, se han cambiado las fuentes de “ondas”, con el principal propósito de fomentar la discusión sobre la dualidad de onda-partícula. En cada caso, el concepto de onda o partícula resulta más natural, aunque no siempre es el ideal para explicar los fenómenos. Por supuesto que además de este análisis conceptual, siempre es necesario el análisis propio de la física experimental asociado al tratamiento de datos, incertezas y comparación de resultados.

Si bien estos experimentos no muestran todos los matices de la dualidad onda-partícula de fotones o electrones, el hecho de discutir algunos de ellos en la medición de un mismo objeto permite asociar su influencia. Esta experiencia se plantea como complementaria a otras realizadas generalmente en los cursos de física moderna como son el efecto fotoeléctrico, efecto haz filiforme, difracción de electrones, entre otras; que proporcionan una base sólida para discutir y comprender mejor este importante concepto en la física.

Referencias

[1] T. Bouchéa, L. de Putter-Smits, M. Thurlings and B. Pepin. (2022) Towards a better understanding of conceptual difficulties in introductory quantum physics courses. *Studies in Science Education*, 58(2), 183-202

[2] K. Krijtenburg-Lewerissa, H. J. Pol, A. Brinkman, and W. R. van Joolingen. (2017) Insights into teaching quantum mechanics in secondary and lower undergraduate education. *Phys. Rev. Phys. Educ. Res.* 13, 010109

Poster ID: **EF-9**

Estudio de la transmisión del calor en una plancha metálica

Salomone H D¹, Olivieri N A¹, Rodríguez E E¹

¹ Universidad Nacional de Gral. Sarmiento (UNGS), Instituto de Industria (IDEI)

En esta experiencia se estudia la propagación de calor a través de una plancha metálica de sección cuadrada. La plancha tiene en sus bordes focos térmicos y puntuales y se halla en contacto convectivo con el aire. El proceso de calentamiento se registra con imágenes regulares utilizando una cámara termográfica. Este dispositivo permite obtener un espectro cromático continuo que da cuenta de la temperatura de la plancha punto a punto para cada una de las imágenes

tomadas a intervalos de algunos segundos. De esta manera se consigue, de manera relativamente rápida, obtener una notable cantidad de información empírica útil para dar cuenta del estado transitorio de la conducción de calor en la plancha estudiada. Luego se trabaja en la resolución de la ecuación bidimensional del calor mediante el método de las diferencias finitas y así se logra obtener una concordancia satisfactoria entre lo observado experimentalmente y el modelado teórico.

Poster ID: EF-10

Refuncionalización de un espectrógrafo de red de difracción mediante el uso de fotosensores

Ferrini M A¹, Vergara J C¹, Fernández Alcazar L J^{1,2}

¹ Facultad de Ciencias Exactas, Naturales y Agrimensura, Universidad Nacional del Nordeste, Av. Libertad 5460, Corrientes 3404

² Instituto de Modelado e Innovación Tecnológica (IMIT)

En la FACENA-UNNE, se cuenta con un espectrógrafo de red de difracción (Bausch and Lomb 1.5), el cual se encuentra obsoleto ya que funciona con películas fotográficas las cuales no se consiguen fácilmente. En el presente trabajo nosotros buscamos refuncionalizar este equipamiento. Para ello diseñamos un método alternativo de toma de datos haciendo uso de fotosensores y un mecanismo mecánico manual regulable. Para la construcción de este último, recurrimos al diseño de las piezas y su posterior impresión 3D. Se prevé extender sus capacidades actuales para el diseño de una actividad de laboratorio remoto.

Poster ID: EF-11

En los ojos de Galileo y Bessel: una secuencia didáctica integral para el abordaje de la paralaje estelar en la educación primaria

Pincelli M M¹, Formichella M D C², Tolosa M F³, Rodríguez Aires G⁴, Otranto S¹

¹ Instituto de Física del Sur (IFISur), Departamento de Física, Universidad Nacional del Sur, CONICET, Av. Alem 1253 B8000CP, Bahía Blanca, Argentina

² Universidad Nacional del Sur (UNS), Escuela de Enseñanza Inicial y Primaria, 11 de Abril 445 B8000LMI, Bahía Blanca, Argentina

³ Universidad Nacional del Sur (UNS), Departamento de Física, Av. Alem 1253 B8000CP Bahía Blanca, Argentina

⁴ Instituto Nacional de Formación Docente (INFOD), Evita 2875 CP8332, Gral. Roca, Argentina

La transición de la concepción geocéntrica a la heliocéntrica suele mencionarse en el contexto de la educación primaria como uno de los íconos de la ciencia como construcción social. En tal sentido, la idea que subyace en muchos libros de texto es que la propuesta de un modelo heliocéntrico por parte de Nicolás Co-

pérnico, a una sociedad con una concepción geocentrista ampliamente aceptada en los círculos académicos y político-religiosos del momento, terminó finalmente por imponerse gracias a actores tales como Galileo y Newton y al desarrollo de la ciencia moderna. Basados en la hipótesis de que difícilmente esta sinopsis resulte significativa y constructiva para quienes transitan la educación primaria, y de que la temática propicia un abordaje de tipo vivencial, recientemente se adaptó al contexto áulico el intento de detección de la paralaje de Mizar A y B realizado por Galileo en 1617 [1]. De haber resultado positiva, esta medición hubiera mostrado ya en ese entonces que la Tierra se encuentra en movimiento. En esa secuencia diseñada para estudiantes con edades de 12-13 años, se introdujo el concepto de paralaje estelar y los elementos que conforman el modelo utilizado por Galileo en su afán de detectar el movimiento de la Tierra a través de la observación directa del sistema Mizar A y B en dos instantes distintos del año. Herramientas matemáticas tales como mediciones de ángulos subtendidos por objetos a distintas distancias, el concepto de longitud de arco y la reproducción a escala del escenario previsto por Galileo, fueron integradas al contexto bajo estudio dando lugar a un abordaje multidisciplinar. En el presente trabajo se introduce una secuencia didáctica que tiene por objetivo lograr trasmitir esta idea a estudiantes de menor edad, que en su mayoría no han desarrollado de manera completa habilidades en lo que respecta al pensamiento espacial. Se trata de un abordaje mayormente visual del concepto de perspectiva y paralaje estelar para estudiantes de 9-10 años de edad, donde se analizan las expectativas de Galileo en cuanto a la paralaje de Mizar A y B habiendo discutido previamente situaciones de la vida cotidiana análogas en lo referido al concepto de perspectiva. Como corolario de esta secuencia, y a modo de que conozcan cómo finalmente se encontró evidencia del movimiento de la Tierra, se diseñó un dispositivo para imitar en el contexto áulico las observaciones que Bessel realizó entre 1837-1838, y que permitieron registrar el cambio de posición relativa de 61 Cyg sobre el fondo de estrellas más distantes [2]. Los registros que se obtienen a través de este dispositivo, son comparados con los obtenidos a partir de las tablas publicadas por Bessel en 1838, discutiéndose las similitudes y diferencias detectadas. Esta última secuencia articula de manera natural con la antes presentada, permitiendo un abordaje espiralado del tópico a lo largo del segundo ciclo de la educación primaria.

[1] Pincelli M M, Brustle M, Formichella M del C, Perez-Millán C, Palmieri N and Otranto S 2020 Peeping over Galileo's shoulders: laying the foundations of heliocentrism in primary school Physics Education 55 035017.

[2] Bessel F W 1838 On the parallax of 61 Cygni Monthly Notices of the Royal Astronomical Society 4 152-161.

La historia de las ciencias en la enseñanza del electromagnetismo: Maxwell y las superficies equipotenciales.

Arrese F G¹, Roston G B¹

¹ Universidad Nacional de La Pampa (UNLPam)

Con la mirada puesta en transmitir a nuestros estudiantes una visión más realista de la ciencia y de la naturaleza del trabajo científico, el presente trabajo se enfoca en dos aspectos fundamentales en la enseñanza de la Física: el uso de la historia de las ciencias y la utilización de las potencialidades de la imagen visual que enriquecen las representaciones mentales de los y las estudiantes.

El uso de la historia de las ciencias en la enseñanza de la Física es una estrategia pedagógica para motivar el proceso de enseñanza - aprendizaje que busca brindar a los estudiantes un contexto socio histórico y conceptual para comprender los procesos de la ciencia, [1-2]. Al implementar la historia de las ciencias de forma articulada con el contenido, podemos realizar un análisis más integral del problema, valorar el esfuerzo social e identificar las limitaciones científicas y tecnológicas que en ese momento histórico se dieron. Al explorar la historia, nuestros estudiantes pueden reconocer el trabajo científico en las condiciones que originaron las teorías, leyes y/o modelos, apreciar las contribuciones pasadas y desarrollar una comprensión más profunda de la ciencia en general.

Sabemos que no aprehendemos el mundo directamente, sino que lo hacemos a partir de las representaciones que construimos de éste en nuestra mente. El conocimiento científico será representado, y recreado internamente por quien lo comprende de una forma que no necesariamente copia las expresiones lingüísticas de sus principios [3]. Así, consideramos que los alumnos son constructores de su conocimiento y que aprender ciencias significativamente implica recrear las teorías en sistemas de representación internas donde los conceptos están relacionados y que la investigación - acción los pone de manifiesto [4].

Este trabajo se enmarca en un curso básico de electromagnetismo de las carreras de Profesorado y Licenciatura en Física de la UNLPam. En particular, la historia de la física en la enseñanza del electromagnetismo proporciona un marco conceptual y contextual que ayuda a los y las estudiantes a comprender mejor el concepto de las superficies equipotenciales. Como una introducción histórica del tema superficies equipotenciales y una puerta de entrada a la metodología utilizada para su investigación, utilizamos el trabajo original de Maxwell, ‘A Treatise on Electricity and Magnetism’ (Un tratado sobre Electricidad y Magnetismo), publicado en 1873.

Este análisis, por un lado, enmarcó históricamente el trabajo de laboratorio que realizaron los y las estudiantes sobre el estudio de las superficies equipotenciales y por el otro permitió la comparación entre las imágenes construidas por los es-

tudiantes con las que aparecen en la publicación original de Maxwell.

- [1] Izquierdo Aymerich, M. y otros, Historia, filosofía y didáctica de las ciencias: aportes para la formación del profesorado de ciencias,(2016).
- [2] Matthews, M. R., La enseñanza de la ciencia: un enfoque desde la historia y la filosofía de la ciencia. Fondo de Cultura Económica,(2017).
- [3] Moreira, M. y otros, Modelos mentales y modelos conceptuales en la enseñanza aprendizaje de las ciencias,Revista brasileira de Investigación y Educación en Ciencias,(2002).
- [4] Arrese, Fany y otros, Modelo didáctico analógico como mediador de enseñanza y aprendizaje universitario del Sistema Cardiovascular, Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, vol. 17, núm. 3,(2020).

Poster ID: **EF-13**

Experimentos con trayectorias estocásticas: desde el movimiento Browniano a la dinámica de partículas iniciales confinadas

Brigante A M¹, Révora C¹, Volonnino G F¹, Perez M D¹, Pasquini G^{1,2}, Capeluto M G^{1,2}

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

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

Los procesos estocásticos explican una amplia gama de fenómenos que se observan diariamente: el número de clientes en una fila, el mercado de valores, las fluctuaciones en la tasa de cambio, la presión arterial, temperatura, crecimiento bacteriano, entre muchos otros [1-3]. A pesar de esto, es común que los cursos que introducen estos conceptos de física estadística utilicen enfoques abstractos, obteniendo resultados físicos completamente desde la matemática. El régimen más comúnmente estudiado dentro de los fenómenos que responden a la dinámica Langevin, es el Browniano (caminata aleatoria), en el cual la viscosidad domina sobre la inercia.

En este trabajo se introduce un experimento simple de trayectorias estocásticas que permite conceptualizar ideas subyacentes de estos procesos, como la caminata aleatoria y difusión, a través de experimentación directa y métodos estadísticos. En particular se ponen a prueba las hipótesis que conducen al movimiento Browniano. El experimento consiste en estudiar las trayectorias estocásticas de cuentas de plástico que están siendo agitadas por un parlante en un medio de cuentas metálicas de menor tamaño. Las trayectorias se obtuvieron a

partir de videos de las cuentas siendo agitadas por el parlante. Para ello, se realizó un programa en Python basado en correlaciones de imágenes que permitía seguir las cuentas en cada imagen que compone el video.

Una vez obtenidas las trayectorias se analizaron las distribuciones de posición a lo largo del tiempo: se analizó la difusividad del proceso a partir del desplazamiento cuadrático medio (MSD) y las correlaciones de los desplazamientos, lo que permitió, además de corroborar la aleatoriedad del movimiento, analizar la Densidad de Potencia Espectral. A partir del análisis de dichas cantidades, se concluyó que el movimiento estocástico es confinado e inercial. Esto fue corroborado mediante el cálculo del número de Reynolds que determinó que el término inercial no puede ser despreciado. También, se observó en la varianza y MSD un comportamiento levemente subdifusivo que fue modelado mediante la introducción de un potencial cuadrático que simula el confinamiento en la ecuación de Langevin [4]. Estas hipótesis fueron usadas para obtener parámetros característicos del movimiento y comparar con simulaciones.

Este trabajo presenta un abanico de herramientas necesarias para todo estudiante de grado partiendo del caso emblemático de procesos estocásticos, trayectorias de partículas aleatorias [5]. Este tipo de fenómeno cubre muchos problemas de física, química y biología, que son temas de intensa investigación al día de hoy. Se incentiva a las y los estudiantes a modificar los parámetros del experimento y que, a través del análisis de datos con distintas herramientas estadísticas, determinen características fundamentales de un movimiento definido por la dinámica Langeviana. Algunas de estas características incluyen la posibilidad de despreciar el término inercial, identificar si las partículas están sujetas a otras fuerzas adicionales, o determinar si las fuerzas que actúan sobre las partículas en el medio son estocásticas, entre otros aspectos.

- [1] P. H. Acioli, “Diffusion as a first model of spread of viral infection,” American Journal of Physics, vol. 88, pp. 600–604, Aug. 2020.
- [2] D. Germain, M. Leocmach, and T. Gibaud, “Differential dynamic microscopy to characterize Brownian motion and bacteria motility,” American Journal of Physics, vol. 84, pp. 202–210, Mar. 2016.
- [3] F. Poydenot, I. Abdourahamane, E. Caplain, S. Der, A. Jallon, I. Khoutami, A. Loucif, E. Marinov, and B. Andreotti, “Turbulent dispersion of breath by the wind,” American Journal of Physics, vol. 90, pp. 826–832, Nov. 2022.
- [4] W. Coffey, Y. Kalmykov, and J. Waldron, *The Langevin Equation: With Applications to Stochastic Problems in Physics, Chemistry and Electrical Engineering*. World Scientific, Singapore, Sept. 2004.
- [5] A. Einstein, “On the movement of small particles suspended in stationary liquids required by the molecular-kinetic theory of heat,” Annalen der Physik, p.

17, 1905.

Poster ID: **EF-14**

Medición de la aceleración de la gravedad en cursos introductorios universitarios

Ramos I C¹, Monaldi A C¹ ² ³, Martínez M F¹ ² ³, Domínguez D O¹, Martínez C C¹ ²

¹ Universidad Nacional de Salta (UNSa)

² Instituto de Investigación en Energías No Convencionales (INENCO)

³ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

La realización de experimentos en el entorno áulico es de gran relevancia para el aprendizaje de la Física en los cursos del ciclo básico universitario de ciencias e ingeniería, ya que no sólo aporta dinamismo y protagonismo al estudiante, sino que profundiza también sobre el quehacer científico y la importancia del diseño experimental junto con el proceso de medición. En este contexto, dentro de las actividades orientadas a la determinación experimental de la aceleración de la gravedad g , una de las más comunes consiste en el uso de un péndulo simple, a partir de la medición de su longitud y período. No obstante, uno de los primeros acercamientos que tienen los estudiantes al concepto de aceleración de la gravedad está ligado a la experiencia cotidiana de caída libre de un objeto, fortalecido, además, con el andamiaje histórico de los conocidos experimentos realizados por Galileo desde la Torre de Pisa. Es así que realizar una experiencia que incorpore la caída libre para la determinación de g se vuelve particularmente atractiva e intuitiva.

Por otro lado, en muchas ocasiones el equipamiento didáctico específico requerido para estas experiencias, tal como cronómetros de alta precisión es limitado, ya sea por cuestiones presupuestarias como también por la gran cantidad de alumnos. En este sentido, el uso de equipos de bajo costo se torna necesario.

Basado en uno de los experimentos propuestos por Salvador Gil en su libro “Experimentos de Física” [1], en este trabajo se plantea una experiencia simple para la determinación de la aceleración de la gravedad. Para ello, se utiliza un péndulo físico, una bola de metal y se incorpora un teléfono celular. Mediante el uso de aplicaciones para registrar audio y video se registran señales de audio correspondientes a dos momentos diferentes; la primera generada por el golpe entre el péndulo y la bola, y la segunda correspondiente al instante en que la bola toca el suelo. Estas señales son procesadas para obtener así el intervalo de tiempo entre los impulsos, esto es, el tiempo de vuelo de la bola. El desarrollo y la complejidad del experimento pueden variar, para analizar posibles fuentes de error y contemplar correcciones al diseño experimental.

[1] Gil, Salvador. Experimentos de física. Usando las TIC y elementos de bajo costo. Buenos Aires, Argentina: Alfaomega (2012).

Poster ID: EF-15

Descolonizando saberes: por una ciencia emancipatoria.

De Sanctis M L¹, Santiago M L¹, Dobry A¹

¹ Instituto de Física Rosario (IFIR), Instituto de Física Rosario

Presentamos la experiencia que venimos llevando a cabo desde hace mas de una década en relación a talleres de ciencias, y en particular de astronomía, en diversos contextos formales institucionales, así como, no formales, como ser barrios, centros comunitarios, clubes, comedores, centros de distrito, escuelas, ferias, etc.. Construimos una concepción pedagógica basada en generar espacios lúdicos y de intercambio de saberes (no sólo académicos) tendiente a repensar los diversos fenómenos astronómicos que acompañan nuestra vida diaria. Una pedagogía de la pregunta que provoque una nueva forma de observar lo que nos rodea: apuntamos a la búsqueda colectiva de respuestas. Freire nos dice que “el origen del conocimiento está en la pregunta, o en las preguntas, o en el mismo acto de preguntar; me atrevería a decir que el primer lenguaje fue una pregunta, la primera palabra fue, a la vez, pregunta y respuesta, en un acto simultáneo”.

Para indagar sobre las cuestiones astronómicas creemos necesario comenzar por la observación del cielo a simple vista, desde el lugar donde nos encontramos, despojados de todo apoyo tecnológico complejo, tanto para potenciar nuestras propias capacidades de observación como para “apropiarnos del cielo” con nuestras propias manos. A esto le llamamos Astronomía desde el Sur, y nos gusta pensar en esto como una especie de astronomía emancipatoria.

Este enfoque requiere deconstruir una importante cantidad de nociones y conceptos sobre los cuales se basa nuestro conocimiento sobre temas astronómicos, y que están muy profundamente ligados a una matriz cultural que nos es ajena en muchos casos. Debemos tener en cuenta que los fenómenos astronómicos son indisociables de nuestra cultura y cosmovisión.

Proponemos la noción de un cielo interactivo, donde lo que sucede está sujeto a múltiples interpretaciones y experiencias: así en los talleres se busca construir herramientas para volver a ser observadores de nuestro entorno, y poder aprender, experimentar y asombrarnos, rescatando y resignificando los saberes populares. La metodología de Taller es la más adecuada para nuestro propósito. Cada encuentro se estructura en torno a la construcción de un objeto o juguete astronómico que se adapta a diversos contextos para su desarrollo. Apuntamos a propiciar un espacio horizontal basado en la valoración por la diversidad multicultural, que se retroalimente en la praxis, buscando entre todos posibles respuestas a los fenóme-

nos observados.

Poster ID: EF-16

Determinación de contenido graso en crema de leche utilizando resonancia magnética ex-situ.

Cendoya D¹, Grilli Z¹, Turri F¹, Maldonado Ochoa S A^{1,2}, Acosta R H^{1,2}

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

² Instituto de Física Enrique Gaviola (IFEG)

El control de calidad en alimentos es de suma importancia en el desarrollo de la calidad de vida de la población. Entre las numerosas técnicas analíticas existentes, la resonancia magnética nuclear (RMN) se destaca por ser no invasiva, es decir que puede medir un sistema sin alterarlo. En particular, los sensores unidireccionales son sistemas abiertos donde una muestra puede ser medida sin quitarla de su envase original. En este trabajo se presenta un práctico de laboratorio utilizado en la carrera del doctorado de FAMAF-UNC y recientemente incorporado en una materia de quinto año: Experimental V. El objetivo es brindar al estudiante los conocimientos básicos sobre la fenomenología de la RMN y cómo la determinación de parámetros característicos de un sistema, tales como tiempos de relajación y coeficientes de autodifusión pueden ser utilizados para realizar un control de calidad en la industria alimentaria. Se detallan tres experimentos a realizar para: 1) familiarizarse con la técnica y el procesamiento de datos, 2) caracterizar dos cremas de leche comerciales mediante experimentos sencillos con un modelado simple, y 3) implementar experimentos bidimensionales que correlacionan dos parámetros característicos. Esta última etapa requiere de la incorporación de elementos tales como manejo matricial de datos e inversión numérica de matrices. Los experimentos se realizan en un equipo comercial NMR-MOUSE (MOBILE Universal Surface Explorer) PM25 de la marca Magritek GmbH y los códigos de procesamiento de datos se realizan en Python.

Poster ID: EF-17

Vectores: desde la matemática a la física

Villegas M E¹, Lucero A P¹

¹ Universidad Nacional de San Luis (UNSL), Departamento de Física, Facultad de Ciencias Físico, Matemáticas y Naturales, INFAP

Quienes enseñamos físicas introductorias o generales sabemos de las dificultades de los estudiantes al momento de aplicar lo aprendido en matemáticas sobre vectores a contextos de física o utilizar por primera vez las magnitudes vectoriales en física. Por otro lado, existe una correlación entre las habilidades vectoriales y el éxito en el aprendizaje de física (Mikula and Heckler , 2017). En este trabajo, mostraremos los resultados de utilizar una secuencia didáctica de actividades para el aprendizaje de vectores (características, suma y resta) mediante el uso

combinado de las simulaciones PhET de vectores, Leyes de Newton y movimiento en dos dimensiones. Se revisarán las dificultades que presentan los estudiantes de cursos introductorios y de física general hoy en relación a la comprensión de vectores, y cómo la simulaciones utilizadas en el marco del aprendizaje activo, pueden ayudar a lograr un aprendizaje más eficiente e intentar eliminar el obstáculo que representa utilizar vectores al momento de aprender física. Mikula, B. D. and Heckler, A. F. (2017). Framework and implementation for improving physics essential skills via computer-based practice: Vector math. *Physical Review Physics Education Research*, 13(010122), 1-23.

Poster ID: EF-18

Exoplanetas: en busca de posibles mundos habitables

Slamovits C M N¹

¹ Universidad de Buenos Aires (UBA), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN), Comisión de Carrera de los Profesorados de Enseñanza Media y Superior (CCPEMS)

Se trata de una secuencia de actividades pensada para 5º año de la escuela secundaria y concebida a partir de la materia Radiación y Vida del Ciclo Orientado de la Nueva Escuela Secundaria, a fin de introducir algunas ideas que permitan pensar sobre la posible habitabilidad de exoplanetas. La secuencia se desarrolló en el marco de las materias Física Contemporánea 2 y DEPE 1 del Profesorado de Enseñanza Media y Superior en Física de la UBA. En su desarrollo, se ofrece a los estudiantes un contexto simulado de investigación, lo cual resulta motivador ya que va de la mano de la búsqueda de vida extraterrestre o de planetas que puedan ser habitados por la humanidad en algún futuro hipotético.

Fluidos y plasma

Charlas

Miércoles 20 de 14:30-14:50

Biblioteca Rivadavia - Sala 2

Oscilaciones de un jet vertical en un recinto cuasi 2D con superficie libre

Fernández F¹, Aumonier C¹ ², Aguirre M A¹ ³, Boschan A¹ ³, Piva M¹

¹ Universidad de Buenos Aires (UBA), Grupo de Medios Porosos, Facultad de Ingeniería

² Institut Polytechnique de Bordeaux, ENSEIRB MATMECA

³ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

El objetivo de este trabajo es estudiar el transporte de fluidos en una celda de Hele Shaw, donde el flujo tiene la estructura de un jet hidrodinámico alterado por el confinamiento lateral. En particular nos interesa la configuración en la que el jet ingresa verticalmente a una celda parcialmente llena con agua. Como consecuencia de la conversión de energía cinética en potencial se genera un domo en la superficie libre que permite identificar el punto de impacto del jet. Bajo condiciones adecuadas de caudal (Q), altura de fluido (h_w) y confinamiento lateral (L) el jet oscila lateralmente, lo cual se evidencia en un movimiento de vaivén lateral del domo. En este contexto, caracterizamos la oscilación del jet mediante propiedades como la amplitud y la frecuencia para diferentes valores de h_w y de L . Se ha observado que existe una fuerte interacción entre las oscilaciones longitudinales del jet y los diferentes posibles modos de oscilación transversal de la superficie libre de fluido (análogas a las denominadas *oscilaciones de sloshing* para una caja rectangular), lo cual establece una relación de identidad entre las frecuencias de ambos movimientos, y permite la presencia de estados de resonancia en los cuales sobre la superficie libre se llegan a observar perturbaciones estacionarias. Una consecuencia de este fenómeno es que la frecuencia principal de oscilación del jet presenta saltos, los cuales se corresponden con transiciones entre modos impares de oscilación de la superficie libre, respondiendo al modelo de *sloshing*, previamente mencionado.

Contacto: Fabricio Eric Fernandez, ffernandez.ext@fi.uba.ar

Miércoles 20 de 14:50-15:10

Biblioteca Rivadavia - Sala 2

Estudio experimental de la dinámica de flotadores en turbulencia de ondas

Ganly J¹, Mazaira L¹, Cobelli P² J¹

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)

El comportamiento de elementos flotantes en aguas turbulentas es de interés en muchos campos, como la ingeniería marina y la oceanografía. Comprender la dinámica de flotadores bajo turbulencia de olas es fundamental para el diseño y la operación de estructuras flotantes en alta mar, como plataformas petroleras y convertidores de energía undimotriz. Además, permite predecir de manera certera la deriva de islas de basura o macroalgas en océanos, como el sargazo. Nuestro estudio experimental tiene como objetivo **investigar la dinámica de partículas en flujos turbulentos**, para obtener información sobre su comportamiento y desarrollar una mejor comprensión de sus propiedades dinámicas.

Diseñamos y caracterizamos un montaje experimental para generar flujos turbulentos de parámetros controlados, en el cual investigamos los efectos de los vórtices y ondas no lineales en el transporte de partículas lagrangianas e iniciales [1-2]. El movimiento de flotadores en un régimen turbulento se registró mediante cámaras de alta velocidad y un sistema de velocimetría por seguimiento de partículas. Identificamos las Estructuras Lagrangianas Coherentes de estas trayectorias aplicando los métodos DBSCAN y FTLE [3] para registrar tendencias y patrones significativos en los datos, los cuales resultaron eficientes en trayectorias escasas y ruidosas, tanto sintéticas como experimentales. Se tomaron mediciones del campo de ondas turbulento, caracterizando el espectro energético del mismo mediante FTP. El experimento se realizó variando el forzado turbulento y la inercia relativa de las partículas, utilizando partículas esféricas y fibras poliméricas de silicona. Se analizaron los distintos movimientos observados con el fin de determinar el rol del tamaño y la densidad de las partículas en el transporte en superficie, así como los efectos de la turbulencia de las olas en las diversas morfologías. Estos se compararon con datos experimentales y numéricos preexistentes [4-5].

- [1] “A minimal Maxey–Riley model for the drift of Sargassum rafts”, Beron-Vera, Miron. JOURNAL OF FLUID MECHANICS A8 (2020) 904.
- [2] “Building a Maxey–Riley framework for surface ocean inertial particle dynamics” Beron-Vera, Olascoaga, Miron. PYHISICS OF FLUIDS 31 (2019) 096602.
- [3] “Detecting Lagrangian coherent structures from sparse and noisy trajectory data”, Mowlavi, Serra, Maiorino, Mahadevan. JOURNAL OF FLUID MECHANICS A4 (2022) 948.
- [4] “Velocity and acceleration statistics in particle-laden turbulent swirling flows”,

Angriman, Mininni, Cobelli. PHYSICAL REVIEWS FLUIDS 5 (2020) 064605.

[5] “*Dynamical geography and transition paths of Sargassum in the tropical Atlantic*”, Beron-Vera, Olascoaga, Putman, et al. AIP ADVANCES 12 (2022) 105107.

Contacto: Lucía Mazaira, lumazaira@gmail.com

Miércoles 20 de 15:10-15:30

Biblioteca Rivadavia - Sala 2

Optimización del crecimiento de películas de carbono amorfo sobre almidones termoplásticos

Perez F E¹, Bilos J¹, Márquez A², Fama L³

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

² Universidad de Buenos Aires (UBA), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Instituto de Física Interdisciplinaria y Aplicada (ex INFIP) (INFINA), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN)

³ Universidad de Buenos Aires (UBA), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Instituto de Física de Buenos Aires (IFIBA), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN)

El fuerte impacto sobre el medioambiente y la salud humana de los desechos provenientes de los plásticos convencionales a base de petróleo ha llevado a un creciente interés en la búsqueda de biomateriales como alternativa. En este contexto, surgen los bioplásticos desarrollados a base de almidón de mandioca, que provienen de fuentes naturales y renovables, son biodegradables y compostables, y pueden procesarse mediante técnicas escalables a nivel industrial [1]. Sin embargo, una de las grandes desventajas de este tipo de materiales es su alta susceptibilidad al agua que se pone en manifiesto en su alta mojabilidad al agua y permeabilidad al vapor de agua. Estos efectos resultan un limitante en el empleo de películas de almidón de mandioca como envase de alimento. En este trabajo, con el objetivo de disminuir la susceptibilidad de las películas de almidón al agua, se propuso recubrir su superficie con carbono amorfo mediante deposición física en fase vapor (PVD) empleando una descarga tipo arco catódico. Se estudiaron películas de almidón con recubrimientos de carbono amorfo (C:a) depositados en vacío con una presión de trabajo inferior a 0,1 Pa y de carbón amorfo hidrogenado (C:a-H) depositado con un flujo de acetileno con presión de trabajo de 0,5 Pa. Se evaluó la permeabilidad al vapor de agua (PVA) y la mojabilidad al agua (MA) de las películas con y sin los recubrimientos. Para controlar las condiciones ambientales durante las determinaciones de PVA, se diseñó un registrador de humedad y temperatura. El valor de PVA de las películas recubiertas con C:a-H disminuyó aproximadamente un 15 % respecto del de las películas de almidón sin recubrimiento. Se observó una importante disminución en la hidrofilicidad del biomaterial.

recubierto; al ser recubierto con C:a el ángulo de contacto aumentó un 20 %, y con C:a-H un 80 %.

[1] Ranjna Sirohi, Shikhangi Singh, Ayon Tarafdar, Nalla Bhanu Prakash Reddy, Taru Negi, Vivek Kumar Gaur, Ashutosh Kumar Pandey, Raveendran Sindhu, Aravind Madhavan, K.B. Arun, Chapter 3 - Thermoplastic starch, 2021, pp. 31-49.

Contacto: Felipe Emiliano Perez, felipe.perez.emiliano@gmail.com

Miércoles 20 de 15:30-15:50

Biblioteca Rivadavia - Sala 2

Caracterización del flujo de descarga de un silo modelo con un obstáculo móvil

Sirur Flores A Y¹, Benito J G¹, Uñac R O¹, Vidales A M¹

¹ Instituto de Física Aplicada (INFAP), Universidad Nacional de San Luis (UNSL), Facultad Ciencias Físico, Matemáticas y Naturales, Departamento de Física, San Luis, Argentina.

El diseño adecuado de silos y tolvas para controlar su flujo de descarga en función del tipo de grano utilizado es un tema de gran interés, tanto para las industrias (alimentaria, farmacéutica, vial, minera, nuclear, entre otras) como para la teoría de la física básica del problema. Los principales inconvenientes que dificultan el flujo estable de descarga son las formaciones de arcos de partículas permanentes y transitorios en el orificio de salida del silo, los cuales producen atascos y fluctuaciones del flujo, respectivamente. En particular, es sabido que una manera de reducir la aparición de estos fenómenos es utilizando obstáculos *fijos* cerca de la salida del silo. La mayoría de los estudios teóricos y experimentales realizados hasta ahora se centran en cómo dichos obstáculos afectan el flujo de descarga del silo en un régimen con *atascos* [1-5]. Además, muy pocos trabajos investigan el efecto de un obstáculo en un régimen de flujo *continuo* (sin atascos) y, a su vez, utilizan silos 2D con partículas en forma de discos o esferas [6,7]. Sin embargo, no hay investigaciones con granos no esféricos en ese régimen.

Por lo anterior, en este trabajo (realizado como Trabajo Especial para la Licenciatura en Física del autor) se estudia por primera vez, de forma experimental y teórica, el efecto de un obstáculo *móvil* en el flujo *continuo* de descarga de lentejas desde un silo modelo cuasi-2D de sección transversal rectangular y fondo plano. Dicho obstáculo consiste en una esfera de madera que puede pendular mediante una cuerda de masa despreciable. El estudio se enfoca en analizar el flujo medio de descarga, sus fluctuaciones respecto al valor medio y las velocidades

de los granos al variar tanto el ancho de la abertura de salida del silo como la altura del obstáculo en su interior. Adicionalmente, en este trabajo se desarrolla un modelo teórico de aproximación para predecir el flujo medio de descarga del silo modelo con un obstáculo.

Los resultados experimentales muestran que, para cada abertura de salida, existe una altura óptima en donde el flujo se maximiza y es mayor al flujo del silo sin el obstáculo. Además, el proceso de descarga en presencia del obstáculo es dominado por el ancho de los canales laterales (formados debido a la presencia de este) y por el tamaño de la abertura de salida del silo. El análisis de las fluctuaciones del flujo evidencia que, tanto el efecto del obstáculo en las cercanías de la salida como una menor abertura, provocan una menor correlación en el flujo de salida y un menor valor del flujo medio. El análisis de la velocidad de los granos muestra que la presencia de un obstáculo cerca de la salida del silo aumenta la velocidad de las partículas en los canales laterales, pero existe un compromiso entre el tamaño de estos canales y el ancho de la salida que controla el valor del flujo medio y la densidad de partículas en esa zona. Este efecto respalda el rango de validez del modelo teórico propuesto en este trabajo.

Con fines comparativos, también se realizaron mediciones con un obstáculo *fijo* para algunas configuraciones de salida del silo y del obstáculo. Los resultados son muy similares y permiten inferir que el efecto del movimiento del obstáculo no impacta significativamente en los valores del flujo ni sus fluctuaciones. No obstante, el modelo teórico se ajusta mejor a los datos experimentales para el caso *fijo*. Además, a los efectos de la aplicación del sistema de obstáculos en la industria, se concluye que el obstáculo *móvil* contribuye a facilitar el diseño de las experiencias y resulta mucho más práctico y versátil que el caso *fijo*.

Referencias:

- [1] I. Zuriguel et al., Phys. Rev. Lett. 107 (2011) 278001.
- [2] C. Lozano et al., Phys. Rev. E. 86 (2012) 031306.
- [3] C. Lozano et al., AIP Conference Proceedings 1542, 698 (2013).
- [4] I. Zuriguel et al., Sci Rep. 4 (2014) 7324.
- [5] K. Endo et al., Phys. Rev. Fluids. 2 (2017) 094302.
- [6] F. Alonso-Marroquin et al., Phys. Rev. E. 85 (2012) 020301.
- [7] S. Laidaoui et al., Mechanics & Industry. 21 (2020) 516.

Contacto: Anuar Yamil Sirur flores, yamilsirurf@gmail.com

Resuspension de micro-partículas por flujo de aire y colisiones

Villagrán Olivares M C¹, Uñac R¹, Vidales A M¹, Benito J G¹

¹ Instituto de Física Aplicada (INFAP), Universidad Nacional de San Luis (UNSL), Ejército de los Andes 950, San Luis, Argentina

La resuspensión de micro-partículas por la acción de un flujo de aire ha sido objeto de especial atención por parte de los investigadores desde hace muchas décadas. Este fenómeno es parte fundamental para entender y controlar muchos problemas en diferentes procesos tecnológicos, industriales y en problemáticas medioambientales y de salud.

Dada la cantidad de variables físicas que intervienen en el desprendimiento de las partículas adheridas sobre superficies por la acción del aire, el escenario de estudio más simple propone el uso de una monocapa de micro-partículas y con baja concentración superficial. En dicho caso, se ha demostrado que las partículas presentan tres tipos de movimiento en la superficie: despegue directo, deslizamiento y rodadura [1-2]. La presencia de cada uno de estos mecanismos depende de la geometría de las partículas, la rugosidad de la superficie y las condiciones del flujo de aire. Así, existe una gran cantidad de estudios sobre respuspension en monocapas de partículas, en los que la distancia entre ellas suele ser mucho mayor que el diámetro de las partículas. Sin embargo, muy pocos estudios abordan el caso de resuspensión de micro-partículas en donde, además del escenario anterior, se incluya a las colisiones como mecanismo de desprendimiento. Este nuevo mecanismo establece una competencia entre la resuspensión inducida por el flujo turbulento y las colisiones.

En este trabajo se plantea el desarrollo de un modelo numérico de Monte Carlo (MC) que incluya el efecto de las colisiones entre partículas. En base al modelo MC desarrollado previamente, se incorporan adecuadamente las probabilidades de colisión en función de la concentración superficial de las partículas y de las propiedades físicas de las partículas intervenientes. Se presenta un análisis numérico completo de la influencia de cada una de estas variables. Además, el modelo numérico es adaptado para reproducir el escenario experimental de uno de los pocos estudios previos que analiza este efecto [3]. Para ello, se consideran partículas de acero inoxidable depositadas en una superficie de vidrio con diferentes concentraciones. Estas monocapas son luego expuestas a un flujo de aire turbulento. Los primeros resultados numéricos muestran un muy buen acuerdo con los datos experimentales. Así, la inclusión de este efecto permite explicar el desplazamiento hacia velocidades menores de la fracción de partículas resuspendidas cuando se modifica la concentración superficial.

- [1] Banari et al, Phys. Rev. Fluids 6 (2021) L082301
- [2] Villagrán Olivares et al, Condens. Matter 34 (2022) 074001
- [3] Ibrahim et al, Aerosol Science 35 (2004) 805–821

Contacto: Jesica Gisele Benito, jesicab@gmail.com

Posters

Poster ID: **FP-1**

Efecto del volumen y del gradiente térmico en el flujo de Marangoni de gotas colgantes

Mansilla R A^{1 2}, Santos Cabrera N^{1 2}, Perazzo C A^{3 4}, Gomba J M^{1 2}

¹ Instituto de Física Arroyo Seco (IFAS)

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

³ IMETTyB, Universidad Favaloro-CONICET, Solís 453, Buenos Aires, Argentina

⁴ Departamento de Matemática, Física y Química, FICEN, Universidad Favaloro

Se estudia numéricamente la evolución de una gota colgada de un plano horizontal que se desplaza por efecto Marangoni producido por una gradiente térmico constante. El líquido moja completamente al sustrato, la tensión superficial del líquido disminuye linealmente con la temperatura y la conductividad térmica del líquido y su espesor son tales que la temperatura superficial de la gota replica la del substrato. Bajo estas hipótesis estudiamos el flujo de lubricación de la gota. La ecuación que gobierna su dinámica posee un único parámetro adimensional que mide la intensidad del efecto gravitatorio respecto del termocapilar. En el caso que el volumen V de la gota es suficientemente grande (o el gradiente térmico C suficientemente débil) la gota se desplaza disminuyendo ligeramente su volumen, dejando tras de sí una delgada película líquida de ancho uniforme. Esta película es estable dentro del lapso temporal en que se obtuvieron las soluciones numéricas. Encontramos que V^2/C es el parámetro que controla la forma de la sección transversal de la película depositada por la gota.

Poster ID: **FP-2**

Dinámica de una burbuja de cavitación láser

Chehade P^{1 3}, Bonetto F^{1 2 3}

¹ Instituto Balseiro (IB), Universidad Nacional de Cuyo (UNCuyo), Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), San Carlos de Bariloche, Río Negro, Argentina

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Buenos Aires, C1033AAJ, Argentina

³ Centro Atómico Bariloche (CAB), Laboratorio de Cavitación y Biotecnología, Río Negro, R8402AGP, Argentina

Se estudió numéricamente la dinámica de una burbuja de cavitación láser desde su formación hasta el momento de máxima expansión. Se dividió la evolución en dos etapas, cada una gobernada por fenómenos físicos distintos. En la primera, un láser de alta potencia incidente en un medio líquido es capaz de producir una burbuja de cavitación mediante la generación de un plasma. Se trata de un proceso de origen electrostático, termodinámico y fluidodinámico que se basa en la principal hipótesis de la existencia de microburbujas de gas estables en el medio líquido. En la segunda etapa, la burbuja de cavitación se expande hasta alcanzar un radio máximo. En esta se involucran fenómenos de origen químico, termodinámico y fluidodinámico.

Se exploraron distintos métodos numéricos y técnicas de resolución computacionales para resolver este problema complejo que inherentemente es del tipo stiff. Se calculó numéricamente la dinámica de ambas etapas. Se obtuvo la evolución del radio de la burbuja, la presión, el flujo de masa y el número de partículas de distintas especies.

Poster ID: FP-3

Optimización de la deposición de recubrimientos base cromo por arco catódico

Murgia M P¹, Martínez L E¹, Crivaro Nicolini M^{1,2}, Lamas D³, Quintana J P^{1,2,4}, Márquez A^{1,2}

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

² Universidad de Buenos Aires (UBA), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Instituto de Física Interdisciplinaria y Aplicada (ex INFIP) (INFINA), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN), Ciudad de Buenos Aires, Argentina

³ Universidad Nacional de Gral. San Martín (UNSAM), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), ITECA, Escuela de Ciencia y Tecnología, Laboratorio de Cristalográfia Aplicada, San Martín, Buenos Aires, Argentina

⁴ Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), División Materiales Avanzados, Gerencia de área de Energía Nuclear, San Martín, Buenos Aires, Argentina

El AISI 4140 es un acero de baja aleación comúnmente utilizado en las industrias aeroespacial, automotriz y del gas y el petróleo. Este acero se emplea en la fabricación de piezas de medianas dimensiones que requieren alta resistencia mecánica y tenacidad, aunque tiene la desventaja de exhibir una superficie con propiedades tribológicas pobres. Los tratamientos de superficies permiten mejorar las propiedades mecánicas y tribológicas sin modificar sus características en volumen. La nitruración iónica y los recubrimientos duros depositados en fase vapor han mostrado ser tratamientos muy eficaces para mejorar la dureza y la

resistencia al desgaste de los aceros.

En este trabajo se estudiaron recubrimientos de base cromo depositados mediante una descarga tipo arco catódico sobre sustratos de acero AISI 4140 templado y revenido. Para aumentar la dureza superficial del sustrato algunas muestras fueron nitruradas iónicamente por la empresa IONAR SA previo a la deposición del recubrimiento. El objetivo se enfocó en optimizar los métodos de limpieza de la superficie que permitieran remover contaminantes y óxidos una vez introducidas las muestras en el equipo de deposición para obtener una buena adhesión de los recubrimientos. Uno de los métodos de limpieza empleados se basó en realizar una descarga luminiscente (*glow*) en una atmósfera de Argón-Hidrógeno con la muestra colocada como cátodo de la descarga. El otro método de limpieza se basó en la exposición de la muestra a un bombardeo de iones de Cr generados por la descarga de arco catódico en vacío y polarizando del sustrato a -500 V respecto de tierra (potencial del ánodo). Luego de la limpieza se depositaron recubrimientos de Cr y multicapas de Cr/CrN empleando la descarga arco catódica. Los espesores de los films fueron medidos con el método de *calotest*. La estructura fue estudiada mediante difracción de rayos X. La adhesión fue evaluada con un test Rockwell C y con un test de rayado. El espesor de los recubrimientos de Cr fue de aproximadamente 0,5 μm de espesor con un tiempo de descarga de 3 minutos y las multicapas presentaron un espesor de aproximadamente 3 μm con un sistema de 9 capas obtenidas luego de 19 minutos de exposición a la descarga. Se concluyó que con una descarga *glow* de 90 minutos de duración o un bombardeo iónico de 6 minutos se obtienen recubrimientos con buena adhesión, presentando el máximo índice de adhesión (HF1) en el test Rockwell C y en el test de rayado una carga crítica de 15 N en el caso de las muestras expuestas al *glow* y 40 N con la limpieza por bombardeo iónico.

Poster ID: FP-4

Propagación de ondas de Alfvén de amplitud finita en magnetohidrodinámica considerando los términos iniciales de la ley de Ohm

Sallago P¹

¹ Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP

Las ondas de Alfvén han sido detectadas en una amplia variedad de plasmas espaciales y astrofísicos, algunos de ellos susceptibles de ser estudiados en la aproximación magnetohidrodinámica con condiciones extendidas. En este trabajo se estudia la propagación de ondas de Alfvén de amplitud finita en plasmas uniformes, cuando los términos de gradiente de presión electrónica, de Hall e iniciales de la ley de Ohm se tienen en consideración. En lugar de linealizar el sistema de ecuaciones y desarrollar la perturbación en ondas planas, se propone que la misma satisface las condiciones de onda de Alfvén. De este modo se encuentra una

solución que, en el límite cuando se desprecian los términos iniciales, coincide con el resultado hallado por Sallago y Platzeck (doi:10.1029/2003JA009920) para las ondas de Alfvén en la magnetohidrodinámica con término de Hall.

Poster ID: [FP-5]

Ondas de Alfvén de amplitud finita en plasmas no uniformes con término de Hall

Sallago P¹

¹ Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP

Las ondas de Alfvén han sido detectadas en una amplia variedad de plasmas espaciales que, en ocasiones, son susceptibles de ser estudiados en la aproximación magnetohidrodinámica cuando se tiene en cuenta el término de Hall de la ley de Ohm. En trabajos anteriores Sallago y Platzeck mostraron tanto la posibilidad de propagación de ondas de Alfvén de amplitud finita en plasmas que varían con una coordenada espacial cuando se considera válida la ley de Ohm simple (doi:10.1029/1999JA000438), como que pueden propagarse las ondas de Alfvén de amplitud finita en plasmas uniformes con término de Hall (doi:10.1029/2003JA009920). En el presente trabajo, utilizando las metodologías anteriores, se extiende el análisis a la propagación de ondas de Alfvén de amplitud finita en plasmas no uniformes con término de Hall.

Poster ID: [FP-6]

Simulaciones numéricas de teorías de divergencia para fluidos conformes disipativos

Montes P E¹², Rubio M E³⁴, Reula O A¹²

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

² Instituto de Física Enrique Gaviola (IFEG)

³ Institute for Fundamental Physics of the Universe (IFPU)

⁴ Scuola Internazionale Superiore di Studi Avanzati (SISSA)

Reportamos las primeras simulaciones numéricas de la teoría simétrica hiperbólica de fluidos disipativos relativistas desarrollada en [Rubio18]. En esta teoría, la información de la dinámica de los fluidos está codificada en una función generatriz escalar que depende de tres parámetros libres. Adaptando el esquema de captura de choques de alta resolución WENO-Z, presentamos soluciones numéricas restringidas a simetría planar en el espacio tiempo de Minkowski, desde dos datos iniciales cualitativamente diferentes: chichón suave y un salto discontinuo. Exploramos detalladamente el efecto de los diferentes parámetros en la teoría, y vemos numéricamente las relaciones constitutivas asociadas con la viscosidad de corte analizando la tasa de producción de entropía cuando se producen choques.

Poster ID: [FP-7]

Descripción experimental para la generación de estratos en plasma generado por radiofrecuencia

Biscari E¹, Hidalgo F M¹, Gómez B J^{1,2}, Repetto C^{1,2}

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

² Instituto de Física Rosario (IFIR), UNR - CONICET

La estratificación del plasma es un fenómeno que se observa en la naturaleza, y que ha sido posible reproducir bajo condiciones de laboratorio. Si bien la mayoría de las investigaciones se centran en la formación de estratos en descargas de corriente continua (DC), también se han reportado estratos en descargas por radiofrecuencia (RF). Sin embargo, las teorías propuestas no logran explicar por completo los mecanismos involucrados en la formación de estos.

En este trabajo, describimos las condiciones de un experimento sobre la formación de estratos en una columna de plasma de aire en bajo vacío, a partir de una señal de RF emitida por dos antenas lineales dispuestas paralelamente a la columna de plasma. Exponemos detalladamente la configuración experimental y el procedimiento realizado que permite obtener las condiciones necesarias para la formación de estratos de manera repetible.

Poster ID: [FP-8]

Determinación de la separación límite entre antenas circulares para la generación de plasma por RF en aire

Hidalgo F M¹, Biscari E¹, Gómez B J^{1,2}, Repetto C^{1,2}

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

² Instituto de Física Rosario (IFIR), UNR - CONICET

El plasma, un estado de la materia compuesto por una mezcla de átomos y moléculas neutras con átomos ionizados y electrones libres, exhibe propiedades únicas que lo hacen altamente sensible a los campos electromagnéticos. Esta característica ha incentivado investigaciones que han dado lugar a poderosas aplicaciones tecnológicas, como la desinfección de aguas residuales, la modificación de la estructura de materiales, entre otras. En los últimos años se ha despertado un creciente interés en comprender y controlar el comportamiento del plasma generado por radiofrecuencia (RF).

En este trabajo, presentamos los resultados obtenidos al estudiar la generación de plasma por RF en una columna de aire a baja presión y su relación con la frecuencia de la señal y la distancia de separación entre las antenas utilizadas en la descarga. Para llevar a cabo el estudio, empleamos una fuente de corriente alterna con frecuencia variable en el rango de 4 MHz a 10 MHz, a la cual co-

nectamos dos antenas circulares dispuestas alrededor de un tubo con aire a una presión de 45 mTorr. Luego, se realizaron mediciones para diferentes frecuencias de trabajo, determinando las distancias de separación máxima y mínima entre las antenas que permitían mantener encendido el plasma.

Fotónica y óptica

Charlas

Jueves 21 de 14:10-14:20

Rectorado UNS - Salón Fundadores

Dispositivos fotónicos integrados basados en semiconductores III-V

Palumbo S¹, Benítez J^{1 2 4}, Prado A^{1 3 4}, López M⁴, Salazar L^{1 3 4}, Perez D J^{3 4}

¹ Instituto Balseiro

² Grupo de Comunicaciones Ópticas, Depto. De Ingenieria en Telecomunicaciones

³ Instituto de Nanociencia y Nanotecnología (INN)

⁴ Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA)

Los dispositivos fotónicos basados en semiconductores del grupo III-V de la tabla periódica tales como GaAs y sus aleaciones ternarias con aluminio se presentan como una alternativa interesante al ampliamente utilizado Silicon-on-Insulator (SOI). Si bien una de las características más importante de los dispositivos basados en SOI es el contraste en el índice de refracción de sus capas, los dispositivos basados en materiales III-V permiten una ingeniería precisa de sus capas y del gap semiconductor, específicamente se pueden realizar multicapas de varias películas cristalinas que tengan propiedades ópticas, eléctricas, mecánicas y de microfabricación particulares. Este trabajo se enfoca en la fabricación y caracterización de guías de onda y discos resonadores semiconductores en heteroestructuras de GaAs/AlGaAs utilizando litografía óptica UV y comidos químicos. Estudiamos en particular las características de un comido químico con comportamiento típico de un régimen limitado por difusión que permite definir paredes suaves y regulares en los dispositivos. Se realizaron además simulaciones de elementos finitos para las geometrías fabricadas y se exploró cómo se propaga la luz en las distintas geometrías y longitudes de onda. Finalmente, se utilizaron lensed fibers para acoplar/detectar luz a través de la guía de onda fabricada.

Contacto: Diego J. Perez, diegojavierperez@cnea.gob.ar

Jueves 21 de 14:20-14:30

Rectorado UNS - Salón Fundadores

Distribución cuántica de claves a 1 GHz y desarrollo de un sistema de time-tagging

Berra F¹, Bolaños M R¹, De Toni A¹, Agnesi C¹, Avesani M¹, Stanco A¹, Vallone G¹, Villoresi P¹

¹ Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione, Università degli Studi di Padova

La distribución cuántica de claves (QKD, por sus siglas en inglés) es actualmente una de las aplicaciones de la mecánica cuántica con mayor grado de avance tecnológico, tanto a nivel académico como comercial. Actualmente, dos de las limitaciones más problemáticas a la hora de implementar estos protocolos son las pérdidas en los canales cuánticos y el alto costo de sus componentes. Debido a que las pérdidas son, hasta cierto punto, inmejorables, una forma de incrementar la velocidad de generación de claves es simplemente incrementar la velocidad de codificación de información en estados cuánticos. En este trabajo, se desarrolló una fuente de estados de polarización robusta y estable capaz de codificar información a 1 GHz de frecuencia. Además, se desarrolló un sistema de time-tagging en una plataforma FPGA que, además de reducir el costo del experimento, permite ser configurado a voluntad para realizar tareas más complejas (como post-procesamiento) en un solo dispositivo.

Contacto: Matias Ruben Bolaños, bmatias.ruben@gmail.com

Jueves 21 de 14:30-14:40

Rectorado UNS - Salón Fundadores

Levitado y enfriado de nanoparticulas dopadas con tierras raras atrapadas en una trampa de Paul

Mendicino L R^{1,2}, Giosca S¹, Mayo F^{1,2}, Schmiegelow C T^{1,2}

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

² CONICET - Universidad de Buenos Aires, Instituto de Física de Buenos Aires (IFIBA). Buenos Aires, Argentina.

Compartiremos nuestros avances respecto al atrapado y enfriado de nanopartículas en una trampa electrodinámica de Paul. Presentaremos resultados de eyección y cargado de nanopartículas de NaYF₄ dopadas con Er³⁺ e Yb³⁺ en una trampa de Paul lineal con un diseño en forma de cuchillas mediante el método conocido como desorción acústica inducida por láser (LIAD).

Mostraremos resultados preliminares de la caracterización del movimiento del centro de masa de una única nanopartícula levitada y comentaremos el método de feedback eléctrico que estamos poniendo a punto con el fin de enfriar el movimiento del centro de masa de la misma.

Las nanopartículas dopadas con Er³⁺ e Yb³⁺ serán utilizadas para el ensayo de experimentos de enfriamiento láser de la temperatura interna del cristal. Presentaremos nuestro avances en el estudio teórico de un protocolo multiniveles basado en el enfriamiento anti-Stokes; el mismo tiene como objetivo superar los

límites actuales de enfriamiento establecidos con enfriamiento anti-Stokes, que ha alcanzado un límite fundamental en este tipo de cristales.

Contacto: Lucas Mendicino, lcsmendicino@gmail.com

Jueves 21 de 14:40-14:50

Rectorado UNS - Salón Fundadores

Determinación de la fracción de llenado en silicio nano-poroso mediante microscopía holográfica digital

Martínez M F^{1 2}, Sallese M³, Guzmán J A², Urteaga R^{3 4}, Budini N^{3 4}, Monaldi A C^{1 2}

¹ Instituto de Investigación en Energías No Convencionales (INENCO), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

² Universidad Nacional de Salta (UNSa)

³ Instituto de Física del Litoral (IFIS), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

⁴ Universidad Nacional del Litoral (UNL)

La microscopía holográfica digital (MHD) es una técnica óptica no invasiva muy eficaz para la caracterización de diferentes tipos de muestras, tales como películas sólidas delgadas, líquidos, materiales orgánicos y tejidos biológicos. Esta técnica consiste en registrar digitalmente un holograma de la muestra, que se forma por la interferencia de un haz de luz no perturbado (conocido como haz de referencia) y un haz de luz que se refleja o transmite a través de la muestra (conocido como haz objeto). Posteriormente se reconstruye numéricamente el holograma digital, obteniéndose la fase del campo óptico en diferentes puntos de la muestra. De esta forma, la MHD permite determinar con muy buena precisión variaciones de fase en la muestra ante cambios en sus propiedades físicas.

En particular la MHD constituye una herramienta poderosa para estudiar membranas porosas, ya que permite generar mapas bidimensionales de diferencias de fase al ingresar un fluido en sus poros. Las membranas porosas nano-estructuradas resultan de gran interés debido a sus pequeños tamaños de poro (~ 10 nm) y a sus altas superficies específicas, que les confieren propiedades ópticas únicas ya que se comportan como medios ópticamente efectivos con una alta sensibilidad a su entorno. Además, el estudio de la interacción entre un líquido y una membrana porosa nano-estructurada ha ganado relevancia debido al desarrollo de dispositivos micro-fluídicos con aplicaciones en biomedicina, electrónica y biotecnología, entre otras áreas.

En este trabajo estudiamos la fracción de llenado de poros alrededor de una gota

de líquido depositada sobre una membrana de silicio poroso nano-estructurado (nPS). Inicialmente, los poros que están en contacto directo con la gota se llenan completamente de líquido (es decir, fracción de llenado = 1) debido a la imbibición capilar, mientras que los poros alrededor de la gota presentan dos regiones bien diferenciadas: (1) una región adyacente a la gota donde los poros permanecen completamente llenos hasta cierta distancia de su borde (denominada anillo) y (2) una región donde la fracción de llenado de poros decrece progresivamente a medida que aumenta la distancia desde la gota. La formación y evolución de estas regiones se debe a la compleja interacción entre procesos microfluídicos de llenado capilar (desde los poros debajo de la gota hasta los poros adyacentes a la gota), evaporación de líquido (desde los poros al ambiente) y condensación de líquido (desde el ambiente a los poros). Mediante el registro de hologramas durante el secado de la gota pudimos reconstruir la evolución temporal de la fracción de llenado de poros en función de la posición, la velocidad de retracción del borde de la gota y el ancho del anillo. Esta información es fundamental para evaluar la dinámica de secado de los poros.

En conclusión, mostramos que la MHD sirve como técnica no destructiva para analizar procesos dinámicos en nPS y que, en combinación con un modelo fluidodinámico adecuado, puede utilizarse para caracterizar la compleja morfología interna de membranas de este tipo.

Contacto: María Florencia Martínez, flormkn@gmail.com

Jueves 21 de 14:50-15:00

Rectorado UNS - Salón Fundadores

Teoría de la termalización dificultada por localización en fotónica no lineal de muchos modos.

Ramos A Y^{1,2}, Shi C³, Fernández Alcázar L J^{1,2}, Demetrios D N⁴, Kottos T³

¹ Universidad Nacional del Nordeste (UNNE)

² Instituto de Modelado e Innovación Tecnológica (IMIT)

³ Wesleyan University, Middletown, CT, Estados Unidos

⁴ CREOL, The College of Optics and Photonics, University of Central Florida, Orlando, FL, Estados Unidos

La necesidad de nuestra sociedad por las redes de comunicación de ancho de banda ultra-alto y las fuentes ópticas de alta potencia, junto con los avances recientes en los esquemas de multiplexación/demultiplexación, obligaron a la comunidad fotónica a reconsiderar el despliegue de sistemas no lineales de muchos modos [1,2]. Estos desarrollos plantean desafíos fundamentales derivados de la complejidad de las interacciones no lineales entre modos mediante las cuales intercambian energía en el proceso hacia una distribución de equilibrio de Rayleigh-Jeans (RJ)[2,3].

Aquí desarrollamos una teoría de escala universal de un único parámetro para las tasas de relajación de las excitaciones fuera de equilibrio hacia su estado térmico RJ. La teoría predice una supresión exponencial de las tasas con un desorden creciente debido a la formación de grupos de localización estables que resisten las interacciones no lineales modo-modo que tienden a separarlos. Para temperaturas ópticas bajas, las tasas experimentan un cruce de dependencia de temperatura lineal a no lineal que refleja una reorganización inducida por desorden de los modos propios de baja frecuencia. Nuestra teoría guiará el diseño de redes fotónicas multimodo no lineales con escalas de relajación adaptadas[4].

Referencias:

- [1] L. Wright, D. Christodoulides, F. Wise, Opt. Lett. (2016).
- [2] K Krupa et al - Nature Photonics, (2017).
- [3] A. Ramos, L. Fernandez-Alcazar, T. Kottos, B. Shapiro, Phys. Rev. X 10, 031024 (2020).
- [4] A. Ramos, C. Shi, L Fernandez-Alcazar, D. Christodoulides, T. Kottos. Commun.Phys 6, 189 (2023).

Contacto: Alba Yanina Ramos, yanis.alba@gmail.com

Jueves 21 de 15:00-15:10

Rectorado UNS - Salón Fundadores

Voltímetros de punto excepcional resistentes al ruido posibilitados por fenómenos de extinción de oscilación

Suntharalingam A¹, Fernández Alcázar L^{2 3}, Kononchuk R¹, Kottos T¹

¹ Wave Transport in Complex Systems Lab, Department of Physics, Wesleyan University, Middletown CT, USA

² Instituto de Modelado e Innovación Tecnológica (IMIT)

³ Universidad Nacional del Nordeste (UNNE)

Las degeneraciones puntuales excepcionales (EPD) de sistemas lineales no Hermitianos se han utilizado recientemente para la detección hipersensible. Esta propuesta explota la respuesta sublineal que experimentan las frecuencias degeneradas una vez que el sistema es perturbado externamente. Sin embargo, esta mejora en la sensibilidad podría verse contrarrestada por un exceso de ruido (fundamental y/o técnico). En este trabajo hemos desarrollado una plataforma no lineal auto-oscilante que admite transiciones entre dos mecanismos distintos de extinción de oscilaciones (oscillation quenching) -uno con un estado estacionario espacialmente simétrico y otro con un estado estacionario asimétrico- y que muestra EPD no lineales (NLEPD) que pueden emplearse para la detección resistente al ruido.

El montaje experimental incorpora un dímero electrónico no lineal con acoplamiento sensible al voltaje y demuestra una mejora de dos órdenes en la relación señal-ruido de las medidas de variación de voltaje cerca de los NLEPD. Nuestros resultados resuelven el debate sobre la eficacia de los sensores EPD en sistemas activos por encima del umbral de autooscilación.

Contacto: Lucas Jonatan Fernandez-alcazar, lucasjfernandez@gmail.com

Jueves 21 de 15:20-15:30

Rectorado UNS - Salón Fundadores

Termometría óptica de conjuntos de nanopartículas plasmónicas.

Ezendam S¹, Nan L¹, Violi I L², Maier S A^{1 3}, Cortes E¹, Baffou G⁴, Gargiulo J^{1 2}

¹ Ludwig-Maximilians-Universität München (LMU), Chair in Hybrid Nanosystems, Germany

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

³ School of Physics and Astronomy, Monash University, 3800, Clayton, Australia

⁴ „ Institut Fresnel, CNRS, Aix Marseille Univ, Centrale Marseille, Marseille, France

La mayoría de las disciplinas científicas que se ocupan de la nanoscala presentan algún fenómeno inducido o regulado por temperatura. El control y la medición de la temperatura resulta fundamental para un amplio rango de áreas de conocimiento, que incluyen por ejemplo a la microelectrónica, nanomedicina, fotocatálisis, microufidica, entre otras.

Las nanopartículas metálicas son muy eficientes para convertir luz visible en calor. Sin embargo, la medición precisa de la temperatura de nanopartículas metálicas bajo iluminación es aún un desafío abierto, que dificulta el progreso de las aplicaciones.

Recientemente hemos presentado una nueva implementación de la termometría óptica Anti Stokes, un método que permite medir la temperatura de nanopartículas individuales.¹ El método fue aplicado para estudiar nanopartículas individuales de distintas formas y composiciones.² Sin embargo, cuando muchas nanopartículas son iluminadas simultáneamente, los efectos colectivos pueden producir repuestas fototérmicas muy diferentes al de una nanopartícula aislada. En este trabajo, discutimos las condiciones que deben cumplirse para aplicar la termometría Anti Stokes a conjuntos de nanopartículas. Luego, implementamos esta técnica para medir el calentamiento inducido por la luz de arreglos cuadrados de nanodiscos de oro. Las mediciones de temperatura obtenidas se validaron con una técnica alternativa basada en microscopía de frente de onda.

Los resultados obtenidos demuestran la expansión del rango de aplicación de la termometría Anti Stokes a conjuntos plasmónicos, y en el amplio rango de aplicaciones fototérmicas que utilizan estos sistemas.

Referencias:

1) Barella, et al., In Situ Photothermal Response of Single Gold Nanoparticles through Hyperspectral Imaging Anti-Stokes Thermometry, *ACS Nano*, 15, 2, 2458. (2021)

2) Gargiulo, et al., Impact of bimetallic interface design on heat generation in plasmonic Au/Pd nanostructures studied by single-particle thermometry, *Nature Communications* volume 14, Article number: 3813 (2023)

Contacto: Julian Gargiulo, jgargiulo@unsam.edu.ar

Jueves 21 de 15:30-15:40

Rectorado UNS - Salón Fundadores

Estabilización de un peine de frecuencias óptico de Ti:Sa para experimentos de metroología óptica.

Yapur F¹, Luna D¹, Mingolla G¹, Risaro M A²

¹ Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), Departamento de física

² Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas para la Defensa (CITEDEF), DEILAP

Los peines de frecuencia basados en láseres pulsados con mode-locking han generado una revolución en la última década en diversos campos de la física: espectroscopía, telemetría, ciencia de attosegundos y metrología óptica [1]. En esta última resultan un elemento indispensable ya que proporcionan una conexión directa y coherente en fase entre las frecuencias ópticas y las frecuencias de microondas, lo que permite la medición de frecuencias ópticas con una precisión extrema [2].

En este trabajo, presentamos el desarrollo de un peine de frecuencias basado en un láser modelock de titanio zafiro con pulsos ultracortos de 50 fs y una frecuencia de repetición de 1 GHz. El espectro de emisión está centrado en 800 nm con una dispersión espectral de 20 nm, limitada por transformada, y tiene una potencia media de 1W. Con el fin de extender el espectro de emisión en una octava, se utiliza una fibra micro estructurada de tipo PCF. Esto permite generar radiación supercontinua entre 500 y 1000 nm, con una eficiencia del 40 %.

Los peines de frecuencias tienen dos parámetros característicos, la frecuencia de repetición y la frecuencia de offset, que deben ser anclados a una referencia de radiofrecuencia (RF) u óptica. En nuestro caso, utilizamos una referencia RF de un reloj de Cesio, con una estabilidad relativa de 10^{-11} . Para estabilizar la frecuencia de repetición, realizamos una detección directa de la emisión del peine utilizando un fotodiodo de avalancha y empleamos un piezoelectrónico montado en

uno de los espejos de la cavidad como actuador para el anclado de frecuencia. En particular se analiza el grado de sintonización, de aproximadamente 40 kHz, y el ancho de banda del sistema de anclaje. También se determina la estabilidad del lazo de control que es $< 2 \times 10^{-11}$. Para la detección de la frecuencia de offset (f_0), se monta un interferómetro f-2f con un cristal doblador para batir las longitudes de onda de los extremos de la octava del peine [3]. La f_0 presenta una frecuencia característica de 600 MHz y una relación señal-ruido de 40 dB a 300 kHz, con inestabilidades intrínsecas del orden de 1 MHz a un segundo. Las correcciones de esta inestabilidad se hacen mediante la potencia del láser de bombeo, la cual es controlada con un deflector acusto-óptico (AOD). En tal sentido, se caracteriza el lazo de control realizado así como la estabilidad.

- [1] Diddams SA, Vahala K, Udem T. Optical frequency combs: Coherently uniting the electromagnetic spectrum. *Science*. 2020 Jul 17;369(6501):eaay3676.
- [2] Hänsch, T. W. (2006). Nobel lecture: passion for precision. *Reviews of Modern Physics*, 78(4), 1297.
- [2] Telle, H.R et all. Carrier-envelope offset phase control: A novel concept for absolute optical frequency measurement and ultrashort pulse generation. *Appl. Phys. B* 1999

Contacto: Matias Risaro, matiasrisaro@gmail.com

Posters

Poster ID: **FO-1**

Modelado de la propagación de la luz en medios turbios de dos capas usando modelos homogéneos

Mangas F¹, Vera D A², Waks Serra M V², García H²

¹ Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNICEN), Facultad de Ciencias Exactas (FCE), Departamento de Cs. Físicas y Ambientales - Pinto 399, C.P. 7000, Tandil

² Instituto de Física Arroyo Seco (IFAS), Centro de Investigaciones en Física e Ingeniería del Centro de la Provincia de Buenos Aires (CIFICEN), - Pinto 399, C.P. 7000, Tandil

La cabeza humana puede pensarse como un sistema biológico conformado por varias capas (piel, cráneo, líquido cefalorraquídeo, materia gris, materia blanca). Ante el incremento de la actividad hemodinámica cerebral, se producen cambios en la irrigación sanguínea, notoriamente en la zona de la materia gris. Estos cambios pueden detectarse externamente mediante el uso de fuentes y detectores de radiación roja/infrarroja colocados sobre el cuero cabelludo. Para ello, se requiere

el uso de modelos que predigan correctamente la manera en que la luz es absorbida y dispersada en cada una de las capas. Los modelos más apropiados para este fin son los conocidos como "multicapas", que tienen en cuenta las características estructurales de la cabeza humana antes mencionadas; entre estos modelos, de particular interés resultan los de dos capas, que permiten discriminar la región cerebral de aquella superficial o extracerebral. Sin embargo, estos modelos son matemáticamente más complejos y computacionalmente más costosos que los modelos homogéneos, que describen la propagación de la luz en medios cuyas propiedades ópticas no dependen de la posición ni de la dirección. El objetivo de este trabajo es, pues, utilizar modelos homogéneos de forma apropiada para representar la propagación de la luz en medios de dos capas. De esta manera, es posible reducir la complejidad matemática y el tiempo de cómputo de los algoritmos de recuperación de propiedades ópticas. El núcleo de este trabajo es tanto teórico como computacional y experimental, buscando complementar los resultados obtenidos con simulaciones numéricas y con experimentos sobre fantomas (sustancias que emulan las características ópticas de los tejidos biológicos). Los resultados obtenidos sugieren que, bajo ciertas condiciones (en particular, para ciertas combinaciones de valores del espesor de la primera capa y de la separación entre la fuente y el detector de radiación), la absorción efectiva que caracteriza el modelo homogéneo utilizado representa muy bien la absorción específica de una de las dos capas (ya sea la superficial o la profunda). En caso contrario, la absorción homogénea adquiere valores intermedios entre aquellos que caracterizan al medio de dos capas.

Poster ID: **[FO-2]**

Estudio de las propiedades ópticas de fantomas dinámicos de dos capas para usos en Óptica Biomédica

Labaroni M S¹, Barcelona Hipperdinger M¹, Waks Serra M V², García H²

¹ Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNICEN), Facultad de Cs. Exactas, Departamento de Cs. Físicas y Ambientales - Pinto 399, C.P., 7000, Tandil

² Instituto de Física Arroyo Seco (IFAS), CIFICEN (UNCNPA - CICPBA - CONICET) - Pinto 399, C.P. 7000, Tandil

La espectroscopía en el infrarrojo cercano (NIRS, por sus siglas en inglés para "Near InfraRed Spectroscopy ") permite utilizar técnicas espectroscópicas para el estudio de tejidos biológicos. En el caso de la cabeza humana, estas técnicas permiten detectar cambios en la irrigación sanguínea al nivel de la corteza cerebral. Esto ofrece alternativas a tratamientos de uso más extendido (como la Electroencefalografía, la Resonancia Magnética, la formación de imágenes por Ultrasonido y por Rayos X, etc.), pues se trata de radiación inocua que da origen a métodos

médicos no invasivos y a equipamiento portátil y de bajo costo.

El paso previo a estos tipos de estudios es la medición sobre fantomas, sustancias fabricadas en el laboratorio que se comportan de una forma ópticamente similar a los tejidos biológicos. En este trabajo se realizaron mediciones sobre fantomas de dos capas, siendo la de mayor profundidad líquida y dinámica, y la de menor espesor sólida. Considerando que el trabajo se centró en simular el cerebro, la capa líquida representa la materia gris y la capa sólida el tejido extracerebral restante (cuero cabelludo, cráneo, líquido cefalorraquídeo). Dichos fantomas se fabricaron en el laboratorio a partir de agua, leche, tinta y, en el caso del sólido, de agar agar.

Se hicieron mediciones dinámicas (es decir cambiando las propiedades ópticas de la capa líquida en función del tiempo) en la configuración de reflectancia difusa resuelta temporalmente. En dicha configuración, la fuente de radiación y el detector están sobre la misma cara, por lo tanto la luz llega al detector luego de haber sufrido eventos de scattering y absorción en el medio. Las mediciones se realizaron para distancias láser-detector (ρ) de 1 cm, 2 cm y 4 cm, con un tiempo de adquisición de 200 s y una tasa de muestreo de 1 Hz. La propiedad óptica que se fue modificando en la capa líquida es el coeficiente de absorción (μ_a) a través del agregado de tinta.

Para el procesamiento de datos se utilizó un programa de ajuste que trabaja usando un modelo de la propagación de la luz en medios homogéneos, desarrollado por el grupo de investigación en el cual se realizó este trabajo. Mediante dicho algoritmo fue posible recuperar los coeficientes “efectivos” de absorción y de scattering reducido de los fantomas de dos capas, cuyos valores dependen de la combinación de propiedades ópticas de cada una de las capas presentes en los experimentos. Adicionalmente, se realizaron simulaciones de Monte Carlo (MC) en medios voxelizados de dos capas para comparar con los resultados experimentales. Se obtuvo una representación 3D de los fantomas de dos capas y se compararon las DTOFs (por sus siglas en inglés para “Distributions of Time of Flight”) experimentales con las simuladas. Para cada caso fue necesario especificar las dimensiones de los medios, si las mediciones se hicieron en reflectancia, la distancia fuente-detector y las propiedades ópticas de cada capa.

Los resultados del ajuste homogéneo sugieren que para ρ largas se reproduce mejor lo que sucede en la capa líquida que para distancias más cortas. Esto quiere decir que a mayores distancias fuente-detector es posible colectar radiación que llega a regiones más profundas del fantoma. Estos resultados son consistentes con aquellos obtenidos en las simulaciones de MC que, por lo demás, ayudaron a validar las propiedades ópticas de cada una de las dos capas obtenidas experimentalmente.

Poster ID: [FO-3]

Estudio comparativo de la propagación de la luz

NIR en medios turbios multicapas difusivos y difusivos con regiones semitransparentes

Berutti C J¹, Vera D A², Waks M², García H²

¹ Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNICEN), Facultad de Ciencias Exactas (FCE), Departamento de Cs. Físicas y Ambientales - Pinto 399, C.P. 7000, Tandil

² Instituto de Física Arroyo Seco (IFAS), Centro de Investigaciones en Física e Ingeniería del Centro de la Provincia de Buenos Aires (CIFICEN), Pinto 399, C.P. 7000, Tandil

El estudio del comportamiento de la luz dentro de un medio turbio es de gran interés debido a su potencial como herramienta de diagnóstico para obtener información sobre tejidos biológicos de forma no invasiva. Particularmente, su empleo en el estudio de la hemodinámica cerebral permite determinar cambios en la concentración de hemoglobina oxigenada y desoxigenada a nivel cortical que se producen en respuesta a estímulos externos, realización de tareas motoras y/o cognitivas, etc. El comportamiento de la luz puede describirse a partir de la teoría de la transferencia radiativa (RTE), que modela el transporte de fotones considerando las propiedades ópticas del medio: los coeficientes de absorción (μ_a) y de scattering (μ_s), el índice de refracción (n) y el factor de anisotropía (g). Particularmente en medios turbios (el μ'_s es alto respecto al μ_a), es posible reemplazar la RTE con la aproximación difusiva (AD), que da lugar a modelos teóricos más prácticos, más fáciles de implementar computacionalmente y numéricamente menos costosos. Sin embargo, en casos como la cabeza humana (que puede considerarse como formada por una serie de tejidos difusivos como el cuero cabelludo, el cráneo y el cerebro) nos encontramos con la baja absorción y el bajo scattering del líquido cefalorraquídeo (CSF), por lo que no resulta claro si la AD conserva su validez. El objetivo de este trabajo consiste en determinar los límites en los que es válida la aproximación difusiva, particularmente cuando se aplica al estudio de la hemodinámica cerebral. Para esto se compara la reflectancia luz reflejada de manera difusa, magnitud conocida como *reflectancia* obtenida mediante simulaciones de Montecarlo, que reproducen de manera precisa las soluciones de la RTE, con la calculada teóricamente con la AD. Se utilizan como comparación un modelo cilíndrico de tres capas y otro de cinco capas; en ellos, todas las capas excepto la central poseen propiedades ópticas que aseguran el cumplimiento de la AD. Las características ópticas de la capa restante serán variadas dentro de un rango que incluye el incumplimiento de la AD por baja difusividad y absorción (lo que constituye un medio *semitransparente*). Los resultados indican que la influencia de la región semitransparente se hace patente a medida que su espesor crece, sus propiedades ópticas disminuyen y también cuando la separación entre fuente y detector de luz es lo suficientemente grande.

Poster ID: **FO-4**

Estudio de la detectabilidad de inclusiones en me-

dios turbios mediante métodos experimentales y simulaciones de Montecarlo, con aplicaciones en Óptica Biomédica

Pugni M¹, Fernandez E¹, Iriarte D I^{1,2}, Pomarico J A^{1,2}, Carbone N A^{1,2,3}, Waks Serra M V^{1,2}

¹ Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNICEN), Pinto 399, C.P. 7000 Tandil

² Centro de Investigaciones en Física e Ingeniería del Centro de la Provincia de Buenos Aires (CIFICEN), Tandil, Buenos Aires (7000)

³ Bionirs Arg SA (BIONIRS)

Durante las últimas décadas, la luz en el rango del rojo e infrarrojo cercano ha sido utilizada como herramienta para el diagnóstico en tejidos blandos y difusos, tal como ocurre en el caso del tejido mamario. Uno de los beneficios de usar la luz como técnica de estudio radica en el hecho de que no se expone al cuerpo humano a radiación ionizante, a diferencia de la mamografía tradicional. Otro beneficio adicional es que tampoco hay que someter al paciente a estudios adicionales para determinar el grado de malignidad de la lesión, ya que esto se puede hacer mediante la determinación de las propiedades ópticas de la misma (coeficientes de absorción y de scattering reducido).

En este trabajo se realizó un estudio sistemático de los límites de detectabilidad de inclusiones en medios turbios variando controladamente las propiedades de unas y otros. Se empleó un láser continuo de 785 nm como fuente de luz, y como detector una cámara EMCCD.

La idea es simular tumores y quistes inmersos en un tejido que emula al mamario. Tanto el medio como las inclusiones se elaboraron con una solución de agua, leche y tinta; en el caso de las inclusiones a su vez se agregó agarosa.

Se mantuvieron constantes las propiedades de absorción y scattering del medio y se usó una geometría tipo slab de 40 mm de espesor, en transmitancia. En el caso de las inclusiones se eligió una geometría cilíndrica variando su tamaño desde los 0,5 cm hasta 1,5 cm de diámetro y largo; por otra parte, se experimentó, para cada inclusión, con distintas absorciones.

Con el propósito de realizar una comparativa entre dos enfoques diferentes, se recopilaron resultados experimentales en el laboratorio y simultáneamente se llevó a cabo una simulación numérica empleando el método Montecarlo, variando de igual forma los parámetros.

Se construyeron curvas que relacionan la absorción relativa y el tamaño de las inhomogeneidades con el contraste obtenido, tanto para los resultados experimentales como para las simulaciones. Si bien los parámetros mencionados están entrelazados al momento de estimar el contraste esperado, se pueden establecer como límites un radio de 0.75 cm con absorciones cercanas en un 90 % con respec-

to al medio y por debajo de los cuales la inclusión será indetectable en la mayoría de los casos.

Poster ID: FO-5

Comparación de algoritmos de reconstrucción de fase para perfilometría por corrimiento de fase.

Colomb C¹, Gaburri M J¹, Bordakevich S^{1,2}, Capeluto M G^{1,2}, Iemmi C^{1,2}

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

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

La perfilometría óptica es una técnica no destructiva para el estudio de superficies. Sus aplicaciones van desde determinar la rugosidad de materiales hasta el diseño de prótesis [1,2]. La perfilometría por corrimiento de fase se vale de los principios de la interferometría por corrimiento de fase [3,4] para lograr la reconstrucción de la superficie de objetos tridimensionales con alta resolución. Además tiene la ventaja de ser un método no invasivo, por lo que puede emplearse en estudios no destructivos. Esta técnica consiste en la proyección de patrones periódicos con distinto corrimiento de fase sobre objetos, que son deformados por la presencia de los mismos. A partir de las imágenes adquiridas de esos patrones, y utilizando un algoritmo apropiado para la cantidad de corrimientos, se recupera la fase punto a punto [5], la cual puede ser relacionada con el relieve del objeto a estudiar.

En el presente trabajo se muestra una comparación entre algunos algoritmos de reconstrucción de fase, para una configuración telecéntrica. Los patrones periódicos se generaron usando un proyector y las imágenes se adquirieron usando una cámara monocromática. Para cuantificar la bondad de cada algoritmo se midieron objetos con dimensiones y geometrías conocidas y se evaluó el error relativo obtenido con cada caso.

- [1] Suriyasirikun, S Khlayboonme, S.Tipawan Thowladda, Warawoot. (2014). Advanced Materials Research. 979. 463. 10.4028
- [2] Xian-Yu Su, G. von Bally, D. Vukicevic. Optics Communications, Volume 98, Issues 1–3, 1993, Pages 141-150, ISSN 0030-4018
- [3] Creath, Katherine. Phase measurement interferometry techniques. Progress in optics 26 (1988): 348-393
- [4] de Groot, P. (2011). Phase Shifting Interferometry. In: Leach, R. (eds) Optical Measurement of Surface Topography. Springer, Berlin, Heidelberg
- [5] V. Srinivasan, H. C. Liu, and Maurice Halioua, Automated phase-measuring profilometry: a phase mapping approach, Appl. Opt.

Poster ID: FO-6

Fotografía Cuántica de ultra bajo ruido de lectura con sensor Skipper-CCD

Borrell T¹, Sprejer E¹, Magnoni A G^{1 3}, Rodrigues D^{1 2}, Pears Stefano Q^{1 4}

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

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

³ Centro de Investigación en Láseres y Aplicaciones (DEILAP), Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas para la Defensa (CITEDEF), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Buenos Aires, Argentina

⁴ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Universidad de Buenos Aires (UBA), Buenos Aires, Argentina

Los dispositivos de carga acoplada (CCDs) son utilizados en distintas áreas de la ciencia, desde la astronomía hasta la física cuántica. Debido a, entre otras cosas, su bajo umbral de detección, este tipo de sensores se han vuelto de uso frecuente para la detección de partículas que depositan pequeñas cantidades de energía. En los últimos años se ha trabajado en el desarrollo del Skipper-CCD, una tecnología que permite medir de forma no destructiva la carga en cada píxel tantas veces como se quiera. Esto resulta en la capacidad de contar electrones en un amplio rango dinámico, lo que posibilita el conteo de fotones individuales en longitudes de onda que van desde el visible hasta el infrarrojo cercano [1]. En el presente trabajo se detalla el diseño y posterior construcción de un sistema que facilite la utilización de un sensor Skipper-CCD para la toma de fotografías libres de ruido de lectura. El diseño del sistema se basó en el funcionamiento de una cámara reflex. Se fabricó con una impresora 3D una estructura versátil para el montaje de los elementos ópticos. El sistema se compone de una lente, un filtro, un beam-splitter, un vidrio esmerilado. Con intenciones de controlar el tiempo de exposición del sensor, se colocó un obturador controlado por una Raspberry Pi Pico. Este sistema permitirá obtener imágenes en el límite cuántico de ultra bajo conteo de fotones, pudiendo obtener ‘fotografías imposibles’.

[1] Q. Pears Stefano, A. G. Magnoni, J. Estrada, C. Iemmi, D. Rodrigues, J. Tiffenberg. Infrared photon-number-resolving imager using a Skipper-CCD. (2023). Phys. Rev. Applied 19, 064044 (arXiv:2301.10)

Poster ID: FO-7

Determinación de concentraciones de Ti en colorantes orgánicos por medio de la técnica de Espectroscopía de Plasmas Producidos por Láser

Crovo O¹, Bayala M P^{2 3}, Pereyra M G^{2 3}, D' Angelo C A^{2 3}

¹ Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNICEN), Facultad de Cien-

cias Exactas

² Instituto de Física Arroyo Seco (IFAS)

³ Centro de Investigaciones en Física e Ingeniería del Centro de la Provincia de Buenos Aires (CIFICEN), CIFICEN, UNCPBA-CICPBA-CONICET, Tandil, Buenos Aires, Argentina.

Los colorantes orgánicos son utilizados en diversos procesos industriales, como la industria textil, los cuales una vez desechados son dispuestos en cuerpos de agua provocando un alto impacto ambiental. Además, estos colorantes pueden presentar en su estructura trazas de metales pesados (Crovo et al., 2023) lo que aumentaría el impacto generado en los cuerpos de agua donde son descargados. Por ese motivo, es importante conocer su composición atómica, la cual ayudaría a evaluar los riesgos producidos y la correcta disposición de estos contaminantes. En trabajos previos se realizaron barridos espectrales en muestras de colorantes de calidad industrial, como índigo carmín y azul de metileno, ejemplos de los colorantes utilizados en estas industrias, donde se detectaron los diferentes elementos atómicos que los componen. Uno de los elementos hallados en las muestras es el titanio (Ti), por lo que en este trabajo se utiliza la técnica LIBS ('Laser Induced Breakdown Spectroscopy ') para estudiar la cuantificación de este elemento en los colorantes seleccionados.

El Ti se considera un contaminante de interés emergente, ya que presenta un potencial tóxico, puede ser absorbido por la biota acumulándose en los organismos acuáticos y puede biomagnificarse a través de las cadenas tróficas, también puede llegar a los seres humanos a través del consumo de alimentos contaminados, como los mariscos (Ramoju et al., 2020).

Se realizó la curva de calibración con una solución patrón de Ti con una concentración máxima de 250 ppm. Se midió la intensidad de la línea 521,03 nm para el Ti I (Bayala & D' Angelo, 2022), analizada por medio de un monocromador de alta resolución (Jobin Yvon THR 1500, configuración Czerny - Turner, longitud focal 1.5 m) y detectada por un fotomultiplicador (Hamamatsu modelo R928). Los parámetros óptimos de medición para una curva de calibración, con un coeficiente de regresión lineal aceptable, fueron un tiempo de delay de 7 μ s y un tiempo de ventana de 300 ns.

Por medio de esta curva de calibración, se llegó a aproximar la concentración de Ti presente en los colorantes Índigo Carmín y Azul de Metileno.

Referencias

- Bayala, M.P. y D' Angelo, C.A. Aplicación de la técnica LIBS en la detección de Ti en efluentes líquidos industriales. An. AFA [online]. 2022, vol.33, n.3, pp.90-91. ISSN 0327-358X. <http://dx.doi.org/10.31527/analesafa.2022.33.3.65>.
- Crovo, O. , Bayala, M.P. , Pereyra, M.G. , D' Angelo , C.A. Detección y semi-cuantificación para Ti, Si y Al en colorantes orgánicos por medio de la técnica de

espectroscopia de Plasmas Producidos por Láser. XVIII TOPFOT.

- Ramoju, S., Andersen, M.E., Nong, A., Karyakina, N., Shilnikova, N., Krishnan, K., Krewski, D. Derivation of whole blood biomonitoring equivalents for titanium for the interpretation of biomonitoring data, *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, Volume 114, 2020, 104671, ISSN 0273-2300.

Poster ID: **[FO-8]**

Mediciones de ruido de fase de láseres a través de Auto-Heterodinaje Óptico

Llorca I¹, Shomroni I²

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

² The Hebrew University of Jerusalem, Racah Institute of Physics. Jerusalem, Israel.

El ruido de fase de un láser está asociado a las variaciones aleatorias de fase instantánea en la señal periódica de un láser, las cuales tienen como consecuencia que la señal del mismo no sea ideal. Este ruido de fase se puede estudiar a través de la caracterización del espectro asociado a las fluctuaciones de fase. En este trabajo, se construyó un montaje basado en el método de Auto-Heterodinaje Óptico, donde se estudió la interferencia de dos haces obtenidos a través de la división del haz de un mismo láser. Para ello, se agregó un *delay* temporal a una de las ramas y un *offset* en la frecuencia en la otra. Para obtener información del espectro de fluctuaciones de fase, se estudió el espectro de la señal de interferencia para dos láseres ECDL diferentes. Se pudo ajustar y comparar el espectro de ambos a través de la proposición de un espectro de fluctuaciones de fase basado en diferentes modelos de ruido, del cual también se pudo estimar el *delay* temporal entre las dos ramas. A su vez, se estudió el espectro de uno de los láseres al bloquear su frecuencia en una cavidad óptica estable, logrando así disminuir el ruido de fase del mismo. [1][2][3]

[1] F. Riehle, Frequency Standards: Basics and Applications, Wiley-VCH, 2004, Chapter 3

[2] Richter L.E. et. al. Linewidth Determination from Self-Heterodyne Measurements with Subcoherence Delay Times, IEEE Journal of Quantum Electronics, QE-22, 2070 (1986)

[3] L.B. Mercer "1/f Frequency Noise Effects on Self-Heterodyne Linewidth Measurements", Journal of lightwave technology, 9, 485 (1991)

Poster ID: **[FO-9]**

Reconstrucción del interferómetro de Fizeau

Bernal L¹, Sánchez P¹, Dominguez F¹, Martinez R T¹, Quiroga L¹, Szigety E¹

¹ Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMDP)

Este trabajo consistió en la replicación del experimento de Fizeau [1], que

consiste en un interferómetro que pone en evidencia el efecto de arrastre de la luz en un medio dieléctrico. El planteamiento tomado en este trabajo fue de bajo presupuesto, manteniendo en mente su factibilidad en el contexto de una universidad pública latinoamericana.

Este interferómetro consiste en un haz de láser que al pasar por un Beam-Splitter se divide en dos caminos diferentes que atraviesan un fluido en movimiento. Uno de los rayos se mueve a favor del fluido mientras que el otro lo hace en contra, así, la diferencia en las velocidades de los frentes de onda provoca una diferencia de fase en el estado final, que se pretende observar.

Este trabajo, a diferencia de otros publicados [2-4], se destaca por el uso de aire en lugar de otros fluidos como medio circulante, una característica que representa una ventaja logística y económica.

El interés de realizar esta práctica radica en la posibilidad de poner en contraste dos teorías. En concreto, la diferencia de fase puede ser calculada mediante la fórmula de adición de velocidades Galileana o la que proporciona la Relatividad Especial [5]. Ambos enfoques arrojan predicciones diferentes testables experimentalmente.

Durante la práctica, fue necesario el diseño y fabricación de diferentes piezas ópticas con sus respectivos soportes; tales como espejos de primera superficie, ventanas ópticas de cristal de 1mm de espesor, un soporte con movimientos finos para el láser, entre otras. Todas estas, fueron construidas principalmente con aluminio y poliacetal. Además, este trabajo logró abordar de manera exitosa la implementación de un método preciso para determinar la velocidad del gas en circulación proporcionado por un soplador de aire.

Para el análisis de los datos, se desarrolló un software de procesamiento de imágenes en python, capaz de transformar fotos de patrones de interferencia en funciones de intensidad. Los resultados se exponen en un gráfico del corrimiento de fase observado en función de la velocidad del fluido.

- [1] **M. H. Fizeau**, *Sur les hypothéses relatives a l'ether lumineux*. Annales de Physique et chimie pp. 385-404. (1851)
- [2] **A. Maers, R. Furnas, M. Rutzke, & R. Wayne**. *The Fizeau experiment: Experimental investigation of the relativistic doppler effect*. The African Review of Physics, 8 (2013).
- [3] **T. Lahaye, P. Labastie, & R. Mathevet**. *Fizeau's "aether-drag" experiment in the undergraduate laboratory*. Am. J. Phys. 80(6), 497-505 (2012).
- [4] **B. Trbalic**. *Implementation of the Fizeau aether drag experiment for an Undergraduate Physics Laboratory* (Doctoral dissertation, Massachusetts Institute of Technology) (2020)
- [5] **A. Beiser**. Conceptos de física moderna. McGraw-Hill (1965)

Poster ID: FO-10

Estudio de la sensibilidad de dispositivos ópticos para la detección molecular mediante sistemas fluorescentes

Lastretti Sulca A¹, Pérsico M A³, Marchesano L¹, Presti D¹, Gara P D²³, Bilen M¹, Torchia G A²³

¹ Universidad Nacional de Quilmes (UNQ), Laboratorio de Ingeniería Genética, Biología Molecular y Celular (LIGBCM)

² Centro de Investigaciones Ópticas (CIOP), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Comisión de Investigaciones Científicas (CIC)

³ Universidad Nacional de La Plata (UNLP)

En el mundo globalizado en el que vivimos es innegable que la civilización está expuesta a enfermedades de rápida propagación, siendo el COVID-19 un claro ejemplo reciente. En este escenario, se vuelve de vital importancia contar con herramientas que permitan la detección temprana de patologías. Aquí es donde aparecen en juego los dispositivos Point of care (PoC), sistemas de diagnóstico rápido en el lugar de asistencia [1-3].

El objetivo principal de los sistemas PoC es reducir un análisis de laboratorio completo en un dispositivo de pequeño tamaño, que permita la preparación, transporte, reacción y análisis, sin pérdida de eficiencia y precisión de medición y fundamentalmente que pueda realizarse en centros de baja complejidad. Es por ello que nos centramos en el estudio de dispositivos de sensado biológico Point of Care basados en técnicas biofotónicas. Al utilizar una tecnología de amplificación y detección molecular del tipo PCR, la interrogación óptica se realiza en muestras biológicas, mediante la adquisición de una señal fluorescente en un ciclo de temperatura controlada.

Mediante espectroscopía (absorción y emisión) UV-Vis caracterizamos marcadores luminiscentes orgánicos utilizados comúnmente en la técnica mencionada de diagnóstico molecular. La rodamina 6G y la fluoresceína, pertenecen a familias de fluoróforos utilizados en la detección de distintos patógenos de impacto social. Dado que la sensibilidad de un método de diagnóstico está directamente relacionada con la detección óptica, estudiamos la sensibilidad de un espectrofluorómetro comercial y de un dispositivo Point of Care en una versión de prototipo de laboratorio, desarrollado en el Laboratorio de Ingeniería Genética, Biología Molecular y Celular (LIGBCM) de la Universidad Nacional de Quilmes. Finalmente, con este equipo analizamos muestras incubadas de *Neisseria gonorrhoeae* (bacteria de la gonorrea) y estudiamos la capacidad de distinción entre muestras positivas y negativas.

[1]Damián A. Presti, Julián Bergier, Jeffry Martinez Valdiviezo, Marcos Bilen,

Gustavo A. Torchia, "Development and construction of a point of care device for application to molecular diagnostics", Proc. SPIE 11812, Molecular and Nano Machines IV, 118120L (2021);

[2] Luis Torrijos-Morán, Bárbara D. Lisboa, María Soler, Laura M. Lechuga, Jaime García-Rupérez, "Integrated optical bimodal waveguide biosensors: Principles and applications", Results in Optics, 9, 2022, 100285.

[3] Damián Presti, Julián Bergier, Lucas Ripoll, Cristina Borio, Gustavo A. Torchia, and Marcos Bilen, "Point-of-care real-time DNA detection device for SARS-CoV-2 from clinical samples", J. Opt. Soc. Am. A 40, C1-C7 (2023).

Poster ID: **FO-11**

Sistema Óptico de enfoque para interferómetro de baja coherencia

Lima G¹, Febbo M^{1,2}, Gómez C¹, Torga J³, Tabla P³

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

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

³ Universidad Tecnológica Nacional (UTN), Facultad Regional Delta

En este trabajo se presentarán tres diseños como alternativas de desarrollo y fabricación nacional, para un sistema óptico de enfoque como parte de un interferómetro de baja coherencia de camino común utilizado en la técnica de tomografía de coherencia óptica o tomografía óptica coherente(OCT, por sus siglas en inglés). Esta técnica de imagen surgió a partir de su antecedente, la interferometría de baja coherencia, enfocada principalmente en aplicaciones de oftalmología y biomedicina[1]. Recientemente, ha surgido un creciente interés por utilizar la técnica de OCT como un ensayo no destructivo en aplicaciones como la elastografía aplicada a polímeros[2].

Los diseños propuestos para el sistema de enfoque contarán con una o dos lentes para el cabezal, que pueden ser fabricados en el país. El objetivo del diseño es que el spot de enfoque tenga un diámetro mínimo en las superficies de reflexión sobre la muestra. Por lo general se utilizan lentes asféricas comerciales de distancia focal típica de 1-3 cm de diámetros de 1/2 pulgada para los interferómetros comerciales. En este trabajo se proponen lentes esféricas como reemplazo de las asféricas, en dos alternativas diferentes, con una y con dos lentes. Para el diseño de las lentes utilizará el software de simulación OSLO. Con los datos obtenidos, se compararán las ventajas y desventajas de los diseños propuestos en cuanto a costo, disponibilidad en el mercado y sencillez en la fabricación.

[1] Adolf F Fercher. Optical Coherence tomography. Journal of Biomedical Optics, 1(2):157, 1996.

[2] Yue Wang, Nathan D. Shemonski, Steven G. Adie, Stephen A. Boppart, and Michael F. Insana. Dynamic method of optical coherence elastography in deter-

mining viscoelasticity of polymers and tissues. In 2013 35th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC). IEEE, July 2013.

Poster ID: [FO-12]

Análisis de sistemas heterogéneos por métodos ópticos y redes neuronales

Koval L G¹, Delugo Buzaglo L A¹, Maiocchi M G¹, Ortiz G P¹

¹ Universidad Nacional del Nordeste (UNNE), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y A.

El problema de la determinación porcentual p/p en un sistema de dos fases complementarias se plantea en función de hallar la proporción p de alguna de éstas. Los análisis de sistemas heterogéneos bifásicos en el control de calidad de procesos industriales suelen realizarse por fuera de los tiempos de producción. Además, suelen emplearse procesos fisicoquímicos con el uso de reactivos y en consecuencia tienen la desventaja de su impacto ambiental.

Los sistemas embebidos disponibles en la actualidad permiten realizar evaluaciones en tiempo real sobre parámetros de control y caracterizaciones físicas no invasivas ni destructivas de sistemas complejos. En este trabajo empleamos una minicomputadora Raspberry Pi 3 (RPI) para controlar un proceso autónomo de mezclado, observación y análisis de imágenes ópticas de muestras de sistemas granulares heterogéneos con dos fases principales.

Para el análisis empleamos una segmentación óptica basada en la diferencia de brillo de las fases. Se generan M conjuntos de N imágenes aleatorias cada una con proporción p_i , con $i = 1 \dots M$. Se generan los histogramas de brillo contando la cantidad de pixeles en cada imagen y se integra desde un extremo hasta el brillo mínimo entre los máximos locales correspondientes a cada fase. La normalización a la cantidad total de pixeles promediada sobre las N imágenes nos permite obtener una señal correlacionada a p_i con un error relativo entre el 5 y 10 %.

Alternativamente, se emplean $M - m$ conjuntos para entrenar diferentes estructuras de redes neuronales convolucionales con las que se quieren predecir las proporciones p_i de m conjuntos de las mismas N imágenes del sistema analizado por el método de segmentación óptica. Encontramos que dependiendo de la complejidad de la estructura de la red neuronal y del sistema granular se pueden obtener menores errores relativos en función de N si se compara con el método óptico para los casos en que las predicciones corresponden a interpolaciones en el intervalo de entrenamiento de la red neuronal.

Poster ID: [FO-13]

Estudio de repetibilidad de señales de la técnica de espectroscopía de plasmas producidos por láser

aplicada a diferentes tipos de muestras

D Angelo C³ 1 2, Adaro M E⁵, Bayala M P³ 1 2, Fornaro O³ 2 4, Martino L³ 1 2, Pereyra M³ 1 2

¹ Instituto de Física Arroyo Seco (IFAS)

² Facultad de Ciencias Exactas (FCEx - UNCPBA)

³ Centro de Investigaciones en Física e Ingeniería del Centro de la Provincia de Buenos Aires (CIFICEN, CONICET - CICPBA - UNCPBA)

⁴ Instituto de Física de Materiales Tandil (IFIMAT)

⁵ Instituto Argentino de Oceanografía (IAO - CONICET/UNS)

La técnica de espectroscopía de plasmas producidos por láser (LIBS, por sus siglas en inglés), habitualmente tiene como principal limitación a la baja repetibilidad de las señales. Esto se debe a que la emisión de luz de un plasma LIBS es un evento de corta duración (aproximadamente de unos 100 μ s) y que implica recolectar señal durante un período de tiempo de hasta un máximo de 15 μ s, dado que se trata de un plasma no autosostenido y con una alta dinámica temporal. Por lo tanto, la intensidad de cada señal registrada para una medición LIBS es mucho menor que la observada utilizando una fuente continua, asumiendo una excitación con parámetros similares. En consecuencia, un registro típico de LIBS es la suma o promedio de señales colectadas de varios plasmas producidos sobre una muestra, tratando de mantener las mismas condiciones experimentales [1-3]. Pero en todo caso, existen fluctuaciones inherentes entre los disparos relacionadas con: la estabilidad alcanzable de los pulsos láser repetitivos, las perturbaciones del plasma por las características de la muestra y el procedimiento de muestreo, que limitan la repetibilidad" de la medición. Independientemente de la fluctuación de los pulsos láser, la mayor parte de las variaciones de señales están originales en efecto tales como: efecto matriz, estructura de plasmas e inhomogeneidad de composición en las muestras. Todo esto hace muy interesante un estudio estadístico de los registros espectrales individuales, que permitan identificar las diferentes fuentes de variaciones en señales LIBS para diferentes situaciones.

En este trabajo se presentan resultados de análisis estadísticos de señales LIBS repetitivas en diferentes configuraciones experimentales y aplicados a diferentes tipos de muestras. En el esquema experimental, se tienen dos arreglos experimentales: uno compuesto por un láser de Nd:YAG con energía controlable entre 3 y 50 mJ/pulso, un monocromador Czerny Turner de resolución media (0.05 nm) y un sensor formado por un arreglo de fotodiodos de Si sin discriminación temporal y una segunda configuración con un láser de Nd:YAG de 100 mJ/pulso, un monocromador Czerny Turner de alta resolución (0.01nm) acoplado a un fotomultiplicador. Ambas configuraciones dan registros muy diferentes, pero se complementan de muy buena forma para el fin de este trabajo. Se hizo un análisis exhaustivo de datos obtenidos de registros espectrales sin resolución temporal aplicados a mues-

tras de suelos contaminados por hidrocarburos y en aleaciones metálicas de 1.5 % de Cu con base Al. También se analizaron señales de perfiles de líneas integrados de elementos tales como Pb, Cd, Cl, S, C y Ti sobre muestras de constitución tan disímiles como: suelos, propóleo, cemento, hortalizas y compuestos varios en matriz de óxido de calcio. Por último, a partir de los indicadores estadísticos conocidos como lo son la desviación estándar y el coeficiente de variación, fue posible analizar el comportamiento de variabilidad de las diferentes matrices. Un análisis final de los indicadores estadísticos muestra detalles muy precisos al momento de optimizar la técnica LIBS para aplicarla a diferentes tipos de muestras, incluyendo la preparación de las mismas y la del mínimo número de registros en función de los valores de incertezza instrumental involucrados. Así también, explica el grado de inhomogeneidad de concentración de elementos en cierto tipo de matrices en estudio.

Palabras claves: Espectroscopía, plasma, LIBS, efecto matriz.

1 D. Cremers, L. Radziemski. Handbook of Laser-Induced Breakdown Spectroscopy. John Wiley and Sons Ltd (2006). Capítulos 2 y 4.

2 M. E. Adaro. Análisis del propóleo como posible indicador medioambiental: detección y cuantificación de Pb y Cd mediante la técnica LIBS. Tesis de Lic. en Tecnología Ambiental (FCEEx – UNCPBA).

<https://www.ridaa.unicen.edu.ar/items/50628fb2-82c5-4b86-bf9a-b9c006b6e14c>

3 L. Martino. Análisis de plaguicidas en hortalizas de hojas verdes mediante espectroscopía de plasmas producidos por láser. Tesis de Doctorado en Cs. Aplicadas (DCAAS, FCEEx - UNCPBA).

<https://www.ridaa.unicen.edu.ar/items/d964740f-8af5-46ab-9d2f-99a26942835f>

Poster ID: [FO-14]

Nanotermometría anti-stokes *in situ* de nps de oro embebidas en films delgados mesoporosos

Mina M C¹, Martinez L², Pizarro A¹, Soler-illia G¹, Stefani F D², Violi I^{1,2}, Gar-giulo J^{1,2}

¹ Instituto de Nanosistemas (INS), UNSAM, San Martín, Argentina.

² Centro de Investigaciones en Bionanociencias (CIBION), CONICET, CABA, Argentina

Las Nanopartículas Plasmónicas (NPs) son usadas en muchas aplicaciones debido a su habilidad para confinar y manipular eficientemente la luz a una escala de sublongitud de onda. Combinarlas con films delgados mesoporosos resulta interesante y atractivo dado que aporta nuevas propiedades, como estabilidad y confinamiento. Como la mayoría de los materiales plasmónicos presentan pérdidas, su uso siempre va acompañado de generación de calor. Sin embargo, la cuantificación de la temperatura en la nanoescala continúa siendo un desafío.

La nanotermometría anti-Stokes es un método óptico que aprovecha la señal de fotoluminiscencia de las NPs para determinar su respuesta fototérmica [1]. Usando este método, es posible determinar la temperatura de las NPs a nivel de partícula única. Al tratarse de una técnica en la cual la señal proviene de las NPs mismas, resulta especialmente adecuada para situaciones en las que estas se encuentran en entornos complejos. En este trabajo, estudiamos la influencia en la eficiencia de conversión de luz en calor debida a la presencia de un film delgado mesoporoso de dióxido de titanio (TiO_2) depositado sobre NPs de Au, y a nivel de partícula única.

Se utilizó la técnica de impresión óptica para depositar patrones organizados de NPs de Au de 80 nm sobre un sustrato de vidrio, usando un láser 532 nm [2]. A continuación, se depositó encima un film delgado mesoporoso de TiO_2 de aproximadamente 180 nm de espesor y poros organizados de ~ 10 nm. Los films delgados mesoporosos fueron fabricados por química suave, combinando reacciones sol-gel con el auto-ensamblado de surfactantes inducido por evaporación [3]. El espectro de dispersión de las NPs fue medido a nivel de partícula única con y sin el film de TiO_2 . La presencia del film desplaza hacia el rojo la resonancia plasmónica de las NPs, debido al incremento del índice de refracción. Luego, se empleó la termometría anti-Stokes para medir la respuesta fototérmica a una longitud de onda de 592 nm, cercana a la resonancia plasmónica de las NPs, antes y después del depósito del film.

En conclusión, fue posible medir el incremento de temperatura bajo iluminación *in situ* y a nivel de partícula individual en NPs de Au recubiertas con un film mesoporoso de TiO_2 .

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

[2] Gargiulo, J. et al., Nano Lett., 2017, 17, 5747-5755.

[3] Violi, I. et al., RSC Adv., 2017, 7, 26746.

Poster ID: FO-15

Sistema de Adquisición, Puntería y Seguimiento para un enlace de comunicaciones ópticas en espacio abierto con aplicación en comunicaciones satelitales

Eskinazi F¹, Pancotto L¹, Arrieta C², Bruña C², Codnia J³ ², Larotonda M³ ^{1,2}

¹ Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN)

² Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas para la Defensa (CITEDEF)

³ Centro de Investigación en Láseres y Aplicaciones (DEILAP)

La comunicación óptica en espacio abierto es una tecnología de línea de visión que se basa en propagar luz modulada para transmitir datos entre estaciones, en condiciones estáticas o móviles. Uno de los desafíos tecnológicos que presenta la comunicación óptica entre una estación terrena y un satélite de baja altura es la conservación de la puntería durante el recorrido accesible del satélite. Las tareas de un mecanismo de Adquisición, Puntería y Seguimiento (APT por su sigla en inglés) incluyen el apuntamiento mutuo entre el transmisor y el receptor, la adquisición de la señal de luz incidente y el mantenimiento del enlace a partir del seguimiento de la posición del dispositivo ubicado en el espacio abierto. Se realizó una prueba de principios para el desarrollo integral para un enlace óptico que implemente un sistema de APT, basado en dos dispositivos llamados Estación Terrena (ET) y Estación Satelital (ES). Cada estación incluye un telescopio para generar un haz expandido y colimado. La ET consiste en un telescopio colector (la 'antena') de tipo Ritchey-Chrétien, de 150 mm de diámetro y distancia focal 1400 mm sobre una montura altazimutal motorizada con sensores angulares y de posición, un detector de cuatro cuadrantes para obtener la señal de puntería, y un láser contrapropagante que emite un haz expandido hacia la ES. Por su parte, la ES adopta un esquema equivalente; la óptica en este caso está conformada por un espejo parabólico a 90 grados de 50 mm de diámetro y 100 mm de distancia focal, orientable con actuadores piezoeléctricos. El haz de un segundo láser montado en esta estación es el que colecta y usa la estación terrena como estrella artificial para apuntarse. Se presentan resultados sobre el diseño de componentes y sistemas para ambas estaciones y sendos lazos cerrados (locales) de seguimiento y puntería.

Poster ID: **[FO-16]**

Desarrollo de una referencia metrológica en longitud a partir de un sistema láser en 532 nm

Campos Marino M D P¹ ³, Beer E², Mingolla G², Bastida K², Codnia J¹

¹ Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas para la Defensa (CITEDEF), Centro de Investigación en Láseres y Aplicaciones (DEILAP), Laboratorio de Láseres Moleculares

² Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), Metrología Física, Laboratorio de Óptica y Dimensional

³ Universidad de Buenos Aires (UBA), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN), Departamento de Física

La estabilización en frecuencia de láseres a líneas de absorción atómicas y/o moleculares cuenta con diversas aplicaciones, como ser la espectroscopía de ultra alta resolución, las comunicaciones ópticas y como referencia de longitud y de tiempo y frecuencia en metrología [1]. Actualmente el Comité Internacional de Pesas y Medidas (CIPM) recomienda una serie de experimentos utilizando frecuencias en

el espectro visible e infrarrojo para la realización de la unidad de longitud, el metro. Dentro de ellos los láseres de Nd:YAG duplicados en frecuencia pueden ser utilizados como estándares de frecuencia en 563.260.223.471 kHz (532 nm) [2]. La absorción del yodo molecular (I_2) cerca de 532 nm es muy alta y el ancho de línea natural de sus transiciones es muy angosto, por lo que representa una referencia en frecuencia ideal para los láseres Nd:YAG duplicados en frecuencia [3]. Actualmente existe una colaboración entre el Laboratorio de Óptica y Dimensional en el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) y el Laboratorio de Láseres Moleculares del Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas para la Defensa (CITEDEF) con la intención de generar y disseminar distintas longitudes de onda de manera trazable. En este trabajo presentamos los avances en el desarrollo de un sistema láser estabilizado en 532 nm donde se usó como frecuencia de referencia la componente a_{10} de la línea R(56) 32-0 del I_2 , con el fin de utilizarlo en aplicaciones metrológicas.

- [1] P Cordiale et al. (2000) Metrologia 37 177
- [2] BIPM, Recommended values of standard frequencies (2007): I2 532 nm
- [3] Nevsky, A.Y. et al. (2001). Frequency Comparison and Absolute Frequency Measurement of I2-stabilized Lasers at 532 nm. In: Karshenboim, S.G., Bassani, F., Pavone, F., Inguscio, M., Hänsch, T. (eds) The Hydrogen Atom. Lecture Notes in Physics, vol 570. Springer, Berlin, Heidelberg.

Poster ID: **FO-17**

Caracterización del tamaño de nanopartículas triangulares únicas utilizando scattering en un microscopio de campo oscuro

Medina I Y¹, Mendoza L J^{1,2}, Arce V¹, Mojica R D^{1,2}, Grumel E E^{1,2}, Gulich D^{1,2}, Tebaldi M^{1,2}

¹ Centro de Investigaciones Ópticas (CIOp), CIC-UNLP-CONICET

² Departamento de Ciencias Básicas, Facultad de Ingeniería, UNLP

Las nanoestructuras de diferentes formas y tamaños tienen importantes aplicaciones actualmente en ciencias de materiales, biomédicas, biológicas y químicas, etc [1]. Para cada aplicación existe un tamaño y forma adecuado a las necesidades específicas, en este sentido la caracterización adecuada de estos parámetros juega un papel trascendental en la aplicación específica. Las técnicas tradicionales como la microscopía electrónica de transmisión (TEM) o de fuerza atómica (AFM) requieren equipamiento costoso no siempre de fácil acceso y una preparación adicional de las muestras es decir no es posible trabajar con la muestra en su estado natural.

Por los argumentos mencionados es importante buscar nuevos mecanismos de medición de las nanoestructuras, en este sentido el speckle propone una alternativa adicional para esta caracterización.

En este trabajo se muestran avances de la caracterización de nanoestructuras triangulares de plata en solución acuosa con diversas distribuciones de tamaño utilizando speckle generados a partir de dos longitudes de onda diferentes (DPSS 473 nm y He-Ne 632,8 nm).

[1] Sonika Dawadi et al., Current Research on Silver Nanoparticles: Synthesis, Characterization, and Applications. Journal of Nanomaterials. 2021. doi:10.1155/2021/6687290

Poster ID: [FO-18]

Densidad de vórtices ópticos como cuantificador de la turbulencia atmosférica

Gulich D¹ ², Villamizar A¹ ², Cap N L¹, Tebaldi M¹ ²

¹ Centro de Investigaciones Ópticas (CIOp), CIC-UNLP-CONICET

² Departamento de Ciencias Básicas, Facultad de Ingeniería, UNLP

En este trabajo estudiamos la densidad de vórtices ópticos en la propagación de imágenes a través de la turbulencia atmosférica en condiciones controladas en laboratorio (turbulador). Estudiamos la evolución temporal de cada columna de la imagen y encontramos que la densidad de vórtices en dichas secciones correlaciona con intensidad de la turbulencia, permitiendo cuantificarla.

Poster ID: [FO-19]

Materiales fotosensibles basados en multicapas empleando el azopolímero PAZO y poliaminas.

Agote A¹, Tambosco F L¹ ², Ledesma S¹ ², Di Salvo F² ³, Capeluto M G¹ ²

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

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

³ Universidad de Buenos Aires (UBA), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN), Depto. de Química Inorgánica, Analítica y Química Física. Inst. de Química, Física de los Materiales, Medio Ambiente y Energía.

Los materiales derivados de azobencenos son de gran interés debido a sus propiedades fotoinducidas. Estas surgen de la fotoisomerización del azobenceno, que consiste en una transición conformacional entre su estado fundamental (*trans*) y su estado exitado (*cis*). Al realizar ciclos de fotoisomerización, se produce una reorientación aleatoria de los ejes de simetría de los azobencenos. Esto resulta en una alineación preferencial en la dirección que minimiza la absorción, lo que se

observa macroscópicamente como birrefringencia. Otro producto de la fotoisomerización es el transporte de masa, que sucede en algunos azopolímeros funcionalizados cuando se los ilumina con un gradiente de intensidad, resultando en una migración de masa de zonas más iluminadas a menos iluminadas. [1,2]

En este trabajo se propone estudiar las propiedades ópticas fotoinducidas en films capa por capa formados por el azopolímero poli[1-[4-(3-carboxi-4-hidroxifenilazoil) bencensulfonamido]-1,2-etanidil como sal de sodio, comúnmente conocido como PAZO, y diferentes poliaminas protonadas como sal de cloruro. Se eligió como referencia el sistema conocido, PAH/PAZO [PAH: cloruro de poli(alilamonio)], [3] y se utilizaron también otros dos materiales empleando las poliaminas PDAD-MAC [cloruro de poli(dialildimetilamonio)] y PEI [cloruro de poli(etilenimino)] en lugar de PAH. Se diseñaron protocolos para obtener las muestras capa por capa y se caracterizó la birrefringencia y transporte de masa. Se realizaron muestras con distinta cantidad de bicapas y tiempos de inmersión para cada poliamina, con el objetivo de encontrar así los parámetros que optimizan los efectos fotoinducidos sobre las diferentes variables de fabricación.

[1] R. Falcione , M. V. Roldan , N. Pellegrini, S. Goyanes , S. Ledesma , M.G. Capeluto. ‘Increase of SRG modulation depth in azopolymers-nanoparticles hybrid materials’, Opt. Mater 115 (2021) 111015.

[2] M. G. Capeluto, R. Falcione, R. Fernandez Salvador, A. Eceiza, S. Goyanes, S. A. Ledesma. ‘Functional surfaces through the creation of adhesion and charged patterns on azopolymer surface relief gratings’. Opt. Mater 90 (2019) 281-288.

[3] Maria Raposo, Quirina Ferreira, Ana Rita Monteiro Timóteo, Paulo A. Ribeiro, Ana Maria Botelho do Rego; ‘Contribution of counterions and degree of ionization for birefringence creation and relaxation kinetics parameters of PAH/PAZO films’. Journal of Applied Physics 21 September 2015; 118 (11): 114504.

Poster ID: **FO-20**

Protocolo de sensado resistente al ruido basado en puntos excepcionales en sistemas bi-estables

Wagner Boián P F¹, Suntharalingam A², Reisner M², Kottos T², Fernández Alcázar L J³

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 Instituto de Modelado e Innovación Tecnológica (IMIT), Universidad Nacional del Nordeste (UNNE), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

Los sensores basados en puntos excepcionales – degeneraciones espectrales que ocurren en el espectro de Hamiltonianos no Hermitianos – han atraído mucha

atención recientemente. Esto se debe a la posibilidad de explotar la respuesta sublineal del desdoblamiento de estos autovalores cuando el Hamiltoniano sufre una perturbación externa. Mientras que esta propuesta fue recibida con mucho entusiasmo por parte de la comunidad [1-3], otro sector apuntó que esta gran sensibilidad podría ser sobrepasada por el ruido [4,5]. En un trabajo reciente, Suntharalingam y colaboradores [6] mostraron experimentalmente que la sensibilidad supera al ruido por dos órdenes de magnitud en sistemas no-lineales y no-Hermitianos, donde la cercanía a un punto excepcional proporciona la respuesta sublineal mientras que la no linealidad brinda robustez ante el ruido. En este trabajo, nosotros proponemos un protocolo de sensado alternativo que aprovecha el crecimiento sublineal del ancho de una región paramétrica bi-estable en la vecindad de un punto excepcional. Nuestro setup experimental consta de un dímero de resonadores RLC no-lineales acoplados capacitivamente que muestra un incremento en la sensibilidad respecto al ruido. Así también, mostramos que nuestro protocolo es robusto frente a imperfecciones y ruido y requiere menos ajuste del sistema. Nuestros resultados reconfirman las ventajas de combinar degeneraciones espectrales no-Hermitianas con no-linealidades para el diseño de sensores ultrasensibles.

- [1] J. Wiersig, Enhancing the sensitivity of frequency and energy splitting detection by using exceptional points: application to microcavity sensors for single-particle detection, *Phys. Rev. Lett.* 112, 203901 (2014).
- [2] H. Hodaei, et al. Enhanced sensitivity at higher-order exceptional points, *Nature* 548, 187–191 (2017).
- [3] R. Kononchuk, J. Cai, F. Ellis, R. Thevamaran, T. Kottos, Exceptional-point-based accelerometers with enhanced signal-to-noise ratio, *Nature* 607, 697 (2022).
- [4] W. Langbein, No exceptional precision of exceptional-point sensors, *Phys. Rev. A* 98, 023805 (2018).
- [5] H. Wang, Y-H Lai, Z. Yuan, M.-G. Suh, K. Vahala, Petermann-factor sensitivity limit near an exceptional point in a Brillouin ring laser gyroscope, *Nat. Commun.* 11, 1610 (2020).
- [6] A. Suntharalingam, L. Fernández-Alcázar, R. Kononchuk, T. Kottos, Noise Resilient Exceptional-Point Voltmeters based on Neuromorphic functionalities, to be published.

Poster ID: **FO-21**

Comparación entre análisis de desplazamiento cuadrático medio a partir de trayectorias y a partir de imágenes. Aplicación al estudio del tráfico endosomal.

Kettmayer C¹ ², Estrada L¹ ²

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

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

La microscopía de fluorescencia proporciona valiosa información sobre la dinámica del interior celular. En particular, el análisis de desplazamientos cuadráticos medios (MSD) es ampliamente utilizado para caracterizar la movilidad de proteínas y estructuras subcelulares, permitiendo extraer leyes de difusión. Las curvas de MSD son tradicionalmente computadas a partir de trayectorias individuales, obtenidas mediante técnicas de seguimiento de partículas únicas. Más recientemente, se ha demostrado que métodos de análisis de correlación en imágenes como iMSD son capaces de proveer información dinámica promedio a partir de imágenes, sin la necesidad de localización o seguimiento de partículas. En este trabajo mostramos el análisis de un mismo conjunto de datos por medio de ambos métodos, evaluando sus ventajas y limitaciones. Nuestros resultados muestran que a pesar de las diferencias experimentales en la data empleada en cada enfoque, ambos pueden responder preguntas equivalentes, abriendo nuevas oportunidades para el estudio de dinámica intracelular usando equipos comúnmente accesibles a laboratorios de biofísica. Además, mostramos una aplicación experimental al estudio del tráfico endosomal de la glucoproteína M6a.

Poster ID: FO-22

Avanzando en la construcción de un microscopio de lámina de luz para estudiar cambios dinámicos en la morfología de procesos neuronales *in vivo*

Tassara F J¹

¹ Fundación Instituto Leloir (FIL)

En *Drosophila melanogaster*, los ritmos diarios de actividad y descanso están regulados por un sistema circadiano. Un grupo particular de neuronas conocidas como neuronas ventrales laterales (s-LNvs) desempeña un papel fundamental en la generación de estos ritmos locomotores rítmicos. Nuestro grupo de investigación encontró que las arborizaciones de estas neuronas cambian a lo largo del día, y que esos cambios morfológicos correlacionan con cambios en la abundancia de marcadores sinápticos, los cuales son indicadores indirectos de la plasticidad sináptica y la conectividad neuronal. Sin embargo, estos estudios se realizaron utilizando técnicas de microscopía confocal de fluorescencia en cerebros fijados, lo cual restringe la capacidad de observar este proceso de manera dinámica. Además, encontramos que la eliminación de las conexiones entre el cerebro central y la periferia, particularmente la retina, produce alteraciones significativas en el patrón de disparo de las s-LNvs. Esto supone un desafío para lograr una descripción

precisa de los cambios estructurales que ocurren durante el ciclo circadiano.

En este trabajo proponemos la implementación de una técnica denominada de microscopía de fluorescencia por lámina de luz de objetivo único (SOLS, por sus siglas en inglés). La técnica SOLS presenta varias ventajas con respecto a la microscopía confocal. En primer lugar, minimiza el daño fototóxico al tejido, lo que permite observaciones prolongadas en el tiempo. Además, simplifica el proceso de montaje de las muestras y facilita el mantenimiento de la mosca viva mediante un sistema de perfusión. Esto permitirá superar las limitaciones de la microscopía confocal y monitorear a largo plazo la actividad y la remodelación estructural en una única mosca viva. De esta manera, la implementación de la microscopía SOLS permitirá obtener una comprensión más completa de la plasticidad estructural circadiana en el cerebro de la mosca adulta.

Poster ID: **[FO-23]**

Diseño experimental para el sensado de variaciones del índice de refracción en condiciones de reflexión parcial

Caro G¹, Acosta E¹, Perez L¹, Veiras F¹

¹ Universidad de Buenos Aires (UBA), Facultad de Ingeniería, Departamento de Física

Cuando un haz incide en una interfaz dieléctrica, el haz reflejado contiene información sobre los medios involucrados. Aprovechando esto, nuestro enfoque se centra en la medición de los cambios en la intensidad del haz reflejado para calcular los cambios en el valor del índice de refracción. El diseño está orientado a medir las pequeñas perturbaciones en el índice de refracción de un fluido causadas por ondas de ultrasonido.

El sensor está compuesto por un prisma de vidrio en contacto con un medio fluido. Un haz láser incide sobre el prisma, reflejándose en forma parcial en la interfaz vidrio-fluido. Los cambios en la intensidad del haz reflejado son medidos empleando un fotodiodo.

Este tipo de sensor ha sido estudiado previamente de manera analítica, y se ha encontrado una curva de sensibilidad que depende de los parámetros constructivos. Comparamos los valores obtenidos analíticamente con los resultados experimentales.

Los resultados obtenidos tienen aplicaciones potenciales en diversas áreas científicas y tecnológicas, incluyendo la monitorización de procesos físico-químicos y la tomografía optoacústica.

Poster ID: **[FO-24]**

Estudios de degradación fotoinducida de paracetamol

Rosales Vierma J G¹, Urruchua F², Fernandez M², Montes M L³, Arce V B¹

¹ Centro de Investigaciones Ópticas (CIOP)

² Centro de Tecnologías de Recursos Minerales y Cerámica (CETMIC)

³ Instituto de Física de La Plata (IFLP)

En este trabajo se presentan estudios preliminares de la degradación fotoinducida del paracetamol en solución acuosa y soportado sobre materiales carbonosos. Los ensayos de fotólisis de las soluciones acuosas de los materiales se realizaron con un reactor equipado con 8 lámparas. Se realizaron experiencias utilizando lámparas de dos longitudes de onda, 350 nm y 254 mn. Se irradió la solución de paracetamol bajo agitación a temperatura ambiente, y se realizaron muestreos a diferentes tiempos de reacción para realizar el seguimiento de la degradación por espectroscopía UV-Vis.

Cuando se emplearon lámparas de 350 nm no se observaron cambios significativos en la concentración del paracetamol en la solución, esto motivó la incorporación de peróxido de hidrógeno antes del ensayo de radiación. Una situación similar se observó para el caso del paracetamol adsorbido sobre los materiales carbonosos. Las experiencias de fotólisis del paracetamol empleando las lámparas de longitud de onda 254 nm mostraron una pequeña degradación parcial al cabo de 60 minutos de radiación, sin embargo, la incorporación de peróxido de hidrógeno al sistema mostró una degradación cercana al 60 % en un tiempo de 4 min. Los resultados obtenidos para la radiación de los materiales carbonosos con paracetamol adsorbido se encuentran en etapa de análisis.

1- Kummerer, K., J. Environ. Manage. 90, 2354–2366, 2009.

2- B. Strehlitz, C. Reinemann, S. Linkorn, R. Stoltenburg, Bioanal Rev 4, 1–30, 2012.

Poster ID: FO-25

Amplificación de la emisión espontánea de THz-quantum-dots mediante un alambre de grafeno con núcleo metálico

Olivo J^{1 2 3}, Cuevas M^{1 2}

¹ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

² Universidad Austral, Facultad de Ingeniería

³ Universidad de Buenos Aires (UBA), Facultad de Cs. Exactas y Naturales, Departamento de Física

Debido a la vasta cantidad de aplicaciones actuales, el estudio de la interacción del campo electromagnético con la materia en la región de los THz ha aumentado considerablemente en los últimos años. Este hecho ha sido impulsado por el avance de las técnicas de fabricación tanto de láseres como de nano-materiales capaces de interactuar con la radiación en esta región del espectro electromagnético. Como esta interacción suele ser pequeña a bajas frecuencias, es necesario diseñar estruc-

turas que mejoren o amplifiquen la interacción entre el campo electromagnético y los nano-materiales.

En el marco de este trabajo, presentamos el estudio teórico de la emisión espontánea de una fuente puntual (quantum dot) situada cerca de un alambre de grafeno formado por un núcleo metálico y una capa dieléctrica. Mostramos que la velocidad de emisión está dominada por el acoplamiento de los plasmones de superficie grafénicos, los cuales presentan constantes de propagación altas a lo largo del eje de simetría de la estructura cilíndrica. A medida que disminuye el grosor de la capa dieléctrica, la dispersión del plasmón adquiere una dependencia lineal y las constantes de propagación de los plasmones se amplifican aún más, lo que supone una mejora en el confinamiento del campo. Este efecto se manifiesta como un corrimiento hacia el rojo del espectro de frecuencias de emisión de cada modo.

A través de este estudio proponemos un modelo simple que proporciona una relación entre las características de dispersión y la tasa de emisión máxima para cada modo plasmónico del cilindro.

Poster ID: **[FO-26]**

Tracking de motores moleculares con alta resolución temporal y espacial utilizando p-MINFLUX

Choque F D³¹, Gonzalez Prinz M B², Lopez L F¹, Szalai A M¹, Tarkowski N¹, Falzone T², Stefani F D³¹

¹ Centro de Investigaciones en Bionanociencias (CIBION), Godoy Cruz 2390, 1º piso, Ciudad de Buenos Aires, Argentina – C1425FQD

² Instituto de Investigación en Biomedicina de Buenos Aires (IBioBA), Godoy Cruz 2390, 3º Piso, C1425FQD, Buenos Aires, Argentina

³ Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN), Universidad de Buenos Aires

Investigar los movimientos de distintos componentes celulares permite descifrar el funcionamiento interno de una célula. Por este motivo, es importante contar con herramientas que permitan seguir la dinámica de procesos intracelulares con alta resolución espacio-temporal. MINFLUX pulsado (p-MINFLUX) es una implementación del método MINFLUX que permite la localización de moléculas fluorescentes individuales con alta eficiencia fotónica y máxima resolución temporal. Utiliza pulsos láser intercalados para proporcionar iluminación estructurada a una velocidad de repetición máxima y proporciona una precisión de localización de 1-2 nm con 2000-1000 fotones. Esto hace de p-MINFLUX una técnica especialmente útil para tracking de partículas individuales en la escala de los microsegundos. En este trabajo, se presenta la adaptación de un microscopio de p-MINFLUX para realizar tracking de vesículas fluorescentes transportadas por motores moleculares que se desplazan sobre estructuras del citoesqueleto en neuronas vivas. Se muestran los avances realizados tanto en la configuración experimental como en el software de control, así como también imágenes preliminares

del movimiento de las vesículas.

Poster ID: [FO-27]

Construcción de un magnetómetro óptico de efecto Kerr polar para el estudio de muestras ferromagnéticas

Delgado M¹, Fische N¹, Pasquini G², Capeluto M G²

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

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

La técnica de magnetometría óptica de efecto Kerr (MOKE) es ampliamente utilizada en el estudio de fenómenos magnéticos en la micro y mesoscala y ha cobrado especial relevancia en la investigación de la dinámica y morfología de las paredes de dominio magnético (PDM) en películas delgadas. Las PDM juegan un rol esencial en las características espacio-temporales del proceso de inversión de la magnetización, cuyo control es imperativo a la hora de desarrollar nuevos dispositivos basados en memorias magnéticas y que cuenta además con aplicaciones en espintrónica [1].

El objetivo principal del trabajo es construir un magnetómetro láser de efecto Kerr polar, basado en la detección de la rotación de la polarización de la luz al reflejarse en una muestra magnética. En el corto y mediano plazo el equipo se utilizará para medir la magnetización en función del tiempo en películas delgadas y conjuntos de nanohilos. En particular, interesa poder medir la dependencia temporal cuando se les aplican pulsos de campos magnéticos alternos, por lo que es necesario combinar buena resolución en la señal y en el tiempo. La técnica de medición elegida se basa en una detección balanceada del estado de polarización de un haz de luz modulado en el tiempo que se refleja en la muestra, a través de la medición diferencial con un amplificador lock-in.

Se presentarán resultados de la construcción del magnetómetro y una caracterización preliminar de su funcionamiento.

[1] M. E. Alberici, G. Pasquini, M. G. Capeluto. Desarrollo de un magnetómetro óptico de efecto Kerr polar para el estudio de la dinámica de dominios en muestras ferromagnéticas. 2020. Laboratorio de óptica y fotónica y Laboratorio de bajas temperaturas, Departamento de Física, FCEyN, UBA.

Poster ID: [FO-28]

Actualización sobre el criterio de discriminación de material particulado producido por la quema de biomasa basado en métodos ópticos

Cainzo A S^{1,2}, Corredor Carrión D H^{1,2}, Brizuela H^{1,3}

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

² Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología (FACET), Universidad Nacional de Tucumán (UNT), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Dpto. de Luminotecnia, Luz y Visión e Instituto de Luz, Ambiente y Visión

³ Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología (FACET), Universidad Nacional de Tucumán (UNT), Laboratorio de Física del Sólido, Dpto. Física

Según la OMS el material particulado (MP) suspendido en la atmósfera es el contaminante que afecta a mayor cantidad de personas en el mundo [1], aumentando los índices de enfermedades y de mortalidad. Además, se conoce que la quema de biomasa, principalmente de origen agrícola e incendios forestales, es una de las fuentes de MP que produce variaciones significativas en los niveles de MP en vastas regiones [2] [3]. En Argentina se identifican dos fuentes históricas y recurrentes de quema de biomasa relacionada a la actividad agroindustrial: la primera es la quema de pastizales en las márgenes de río Paraná, y la segunda la quema de los desechos de cañaverales, producto de la actividad azucarera en la región del NOA, Jujuy, Salta y Tucumán.

Si bien existen equipos comerciales que permiten evaluar presencia de material particulado, estos sólo evalúan la cantidad de materia (masa) suspendida, dentro de un rango de tamaños de partículas: menores a $10\mu\text{m}$, $2,5\mu\text{m}$ y $1\mu\text{m}$ (PM10, PM2,5 y PM1, respectivamente), sin discriminar por ejemplo la composición. Por otra parte, los resultados de estos sistemas no son suficientes si el objetivo es estudiar el impacto de este MP en la visibilidad atmosférica, que se ve afectada por la difusión o por la extinción de luz [4].

En trabajos anteriores se demostró que un sistema que permite medir la difusión de luz producida por depósitos de MP sobre una superficie transparente, muestra una buena correlación con la visibilidad atmosférica meteorológica [5].

En este trabajo avanzamos en analizar cuál longitud de onda de la fuente de luz (láser) es más adecuada para discriminar los depósitos de polución producidos en época de zafra y en el resto del año, sabiendo que hay quema de biomasa frecuentes en la primera y en la segunda no. Para esto se compararon los resultados obtenidos con un láser de longitud de onda larga dentro del espectro visible (Láser Rojo de 640 nm de longitud de onda), con los resultados obtenidos utilizando otro de longitud de onda más corta (Láser Azul de 455 nm de longitud de onda). Para cada medición se obtiene la distribución de luz descripta por las funciones de punto extendido $\text{PSF}(\theta)$ y su función de scattering $S(\theta)$, que indican la integral de la energía difundida, en función del ángulo.

Por otra parte, se caracterizó cantidad y distribución de tamaños de las partículas presentes en las muestras de depósitos de MP con un microscopio metalográfico Olympus BX60M y se lo correlacionó con los resultados de las funciones $\text{PSF}(\theta)$

y $S(\theta)$, obtenidos ambas longitudes de onda estudiadas.

- [1] WHO global air quality guidelines. 2021. Geneva: World Health Organization.
- [2] Jordán, A.M. y Flores, I. 2018. Ministerio de Salud Pública de la Provincia de Tucumán. (2):1 -ISSN Electrónico 2591-5908.
- [3] Altieri H. H, Bruno M. E, Calli R., Ríos V. H., Meoni G. S., 2018. Ministerio de Salud Pública de la Provincia de Tucumán. (2):1 -ISSN Electrónico 2591-5908.
- [4] Liu Z., Murphy J. P., Maghirang R. y Devlin D. 2016. Journal of Environmental Protection. 7, 1860-1885.
- [5] Santucho Cainzo A., Calderari L.F., Corregidor Carrió D.H., Jaén E.M. 2019 Anales de AFA. ISSN(online) 1850-1168.

Poster ID: [FO-29]

Determinación de la zona iluminada en un SLM mediante un detector único

Bordakevich S² ¹, Rebón L⁴ ³, Ledesma S² ¹

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

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

³ Facultad de Ingeniería (FI), Universidad Nacional de La Plata (UNLP), Departamento de Ciencias Básicas

⁴ Instituto de Física de La Plata (IFLP), UNLP - CONICET, Argentina

En este trabajo se presenta una técnica para la determinación del área iluminada en un modulador espacial de luz (SLM) cuando se la ilumina con una fuente de fotones correlacionados. A menudo, en óptica e información cuántica, se utilizan fuentes de fotón único y moduladores espaciales de luz en una misma configuración experimental. Es importante, en estos casos, determinar con precisión la zona iluminada dentro del área del modulador para ubicar allí la información requerida para cada experimento. Se propone aquí utilizar la propiedad de interferencia destructiva de una función balanceada en el centro de la transformada de Fourier para evaluar la ubicación del cono de luz incidente. Como prueba de funcionamiento se iluminó, con fotones generados por conversión paramétrica espontánea descendente (SPDC), una pantalla de cristal líquido sobre silicio (LCoS) en la que se proyectaban imágenes de fase 0 o π . Los resultados obtenidos nos permitieron determinar exitosamente el área y ubicación de la zona iluminada, siendo la técnica extrapolable a distintas fuentes de iluminación, detector, y pantalla.

Fundamentos e información cuántica

Charlas

Miércoles 20 de 14:30 a 14:50

Rectorado UNS - Sala Bergé Vila

Interferencia de cuatro fotones indistinguibles para aplicaciones en metrología cuántica

Ma A¹, Larotonda M A², Knoll L T²

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

² Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas para la Defensa (CITEDEF), CONICET

En este trabajo se presentan los resultados teóricos y experimentales del desarrollo de una fuente de pares de fotones e interferencia de cuatro fotones indistinguibles para experimentos de metrología cuántica. Una aplicación práctica de la mecánica cuántica es la medición de magnitudes con mayor sensibilidad que la alcanzable en el mismo experimento realizado en un marco clásico. Utilizando un láser de bombeo de potencia variable de hasta 200mW en 405nm, se generan pares de fotones correlacionados en 810nm por medio del proceso de conversión paramétrica descendente (SPDC) al incidir en un cristal no lineal BBO de 3mm de largo. La eficiencia de la fuente, evaluada a partir de la tasa de coincidencias sobre cuentas individuales medidas, es de 31 %. Esta alta tasa de eficiencia permite, además, la generación y detección de 4 fotones (dos pares). Posteriormente, se introducen los pares producidos por SPDC a un interferómetro de Hong-Ou-Mandel para generar estados entrelazados del tipo N00N en el escenario de un par de fotones, o su aproximación experimental al estado de Holland-Burnett en el caso de cuatro fotones. De esta forma, se estudió el problema de una fase interferométrica, utilizando estos estados en la entrada de un interferómetro de polarización.

Finalmente, se desarrollan descripciones teóricas de los efectos de interferencia resultantes utilizando el formalismo de los estados de Fock y el espacio de Fock para describir los efectos de interferencia. Los resultados obtenidos revelan que a mayor grado de indistinguibilidad se observa una mejor visibilidad de franjas interferométricas, y esto aporta mayor sensibilidad para el parámetro estimado. Por último, se cuantificó la precisión obtenida en función de la indistinguibilidad, para los distintos estados de entrada del interferómetro, utilizando como medida la información de Fisher cuántica. Estos hallazgos revelan un gran potencial para aplicaciones en metrología cuántica, con aplicaciones cruciales en investigaciones como la detección de ondas gravitacionales, la detección de campos magnéticos,

los relojes atómicos, entre otros.

Contacto: Annameng Ma, maannameng@gmail.com

Miércoles 20 de 14:50 a 15:10

Rectorado UNS - Sala Bergé Vila

Técnicas de aprendizaje automático para discriminación de estados de la luz

Crosta T¹, Bilkis M², Rebón L^{3 4}

¹ Departamento de Física, Universidad Nacional de La Plata

² Universitat Autònoma de Barcelona

³ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

⁴ Instituto de Física La Plata (IFLP)

El uso de estados fotónicos para codificar y transmitir información es la estrategia empleada para realizar comunicaciones de carácter cuántico, debido a que pueden recorrer grandes distancias interactuando débilmente con el entorno, y a la posibilidad de ser manipulados a temperatura ambiente y con tecnología ya estandarizada. En particular, esta información puede ser codificada en estados coherentes de la luz (autoestados del operador de destrucción), los cuales son emitidos al encender un láser. Sin embargo, la lectura de esta información, codificada en un conjunto de estados coherentes, presenta un inconveniente fundamental: los estados coherentes no son ortogonales entre sí, y siguiendo el principio de no clonación, dos estados no ortogonales no pueden ser distinguidos de manera determinista. Por esta razón, existen métodos para aumentar la probabilidad de discriminación de estos estados, como la detección Homodina, Kennedy o DOLLAR. Pero en el caso de sistemas ruidosos, estos métodos de detección ven reducida su eficiencia rápidamente, ya que no tienen en cuenta cambios en el estado inicial.

En esta contribución, se explorará la viabilidad de implementar técnicas de aprendizaje automático para la calibración óptima en una detección de tipo Kennedy sobre canales reales. La inteligencia empleada es de aprendizaje reforzado, utilizando la probabilidad de discriminación como recompensa y está basada en una optimización que sigue parcialmente la dirección del gradiente. Esta inteligencia será entrenada en la simulación de una comunicación libre de fondo utilizando la librería Strawberryfields. Finalmente, se observarán los cambios en un agente en diferentes momentos de su entrenamiento y se comparará con una optimización numérica basada en un modelo. El objetivo de este primer paso es obtener una estimación del rendimiento esperado de los algoritmos de aprendizaje automático en la detección de señales reales, donde los fondos son difíciles de modelar analíticamente.

Contacto: Tomas Crosta, tomy_crosta@hotmail.com

Miércoles 20 de 15:10 a 15:30

Rectorado UNS - Sala Bergé Vila

Caracterización informacional de las correlaciones no-señalizantes

Bellomo G^{1 2}, Perito I¹, Galicer D³, Figueira S^{2 4}, Roncaglia A^{1 5}, Bendersky A^{2 4}

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

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Universidad de Buenos Aires (UBA), Instituto de Ciencias de la Computación (ICC)

³ Universidad de Buenos Aires (UBA), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN), Departamento de Matemática

⁴ Universidad de Buenos Aires (UBA), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN), Departamento de Computación

⁵ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Universidad de Buenos Aires (UBA), Instituto de Física de Buenos Aires (IFIBA)

La mecánica cuántica admite correlaciones que llamamos no-locales, en el sentido de que no son reproducibles por modelos de variables ocultas locales. Una manera de dar cuenta del carácter no-local de las correlaciones consiste en estudiar la violación de desigualdades de tipo Bell, como son las definidas por las conocidas funcionales CHSH. Por otro lado, la relatividad restringe el conjunto admisible a aquellas correlaciones que son no-señalizantes, es decir que corresponden a escenarios en que las partes no pueden comunicarse de forma instantánea. En este trabajo, presentamos una caracterización del conjunto de correlaciones no-señalizantes en términos de una representación bidimensional que involucra el máximo valor de una funcional CHSH y la información mutua entre las partes. Aplicando esta representación a un escenario de Bell bipartito, con dos mediciones y dos resultados, investigamos la frontera entre distintos subconjuntos de las correlaciones no-señalizantes, con foco en las cuánticas y postcuánticas. Del análisis, surge la existencia de un compromiso entre la información mutua y la magnitud de la violación de una dada desigualdad de Bell. Llamativamente, la cota de Tsirelson emerge como punto singular en esta representación, sin necesidad recurrir a la mecánica cuántica [1].

[1] Perito, I., Bellomo, G., Galicer, D., Figueira, S., Roncaglia, A. J., y Bendersky, A. (2021). Characterization of nonsignaling correlations from mutual information. *Physical Review A*, 103(6), 062216.

Contacto: Guido Bellomo, gbellomo@gmail.com

Miércoles 20 de 15:30 a 15:50

Rectorado UNS - Sala Bergé Vila

Estimación de estados cuánticos utilizando sistemas híbridos

Tielas D⁵, Holik F¹, Losada M⁴, Rebón L¹

¹ Instituto de Física de La Plata (CONICET), Boulevard 113 & 63, La Plata, C.P. 1900, Argentina.

² Departamento de Física, Fac. de Cs. Exactas, Universidad Nacional de La Plata, C.C. 67, La Plata, C.P. 1900, Argentina.

³ Departamento de Cs. Básicas, Fac. Ing., Universidad Nacional de La Plata, Av. 1 Nº 750, La Plata, C.P. 1900, Argentina.

⁴ Facultad de Matemática, Astronomía, Física y Computación, Universidad Nacional de Córdoba - CONICET

⁵ tielas@fisica.unlp.edu.ar

Las actuales computadoras cuánticas, se caracterizan por poseer (a lo sumo) cientos de qubits, con poca conectividad entre ellos, y no ser “tolerantes a fallas”. Más allá de estas limitaciones, es posible utilizarlas para resolver problemas de interés utilizando algoritmos variacionales [1, 2]. En estos algoritmos la solución del problema se codifica en el mínimo de un funcional costo cuyo cómputo se realiza a partir de la evaluación de observables de un circuito cuántico parametrizado. Para obtener los parámetros óptimos que minimizan dicho funcional se utilizan métodos de optimización clásica. En este trabajo mostraremos las distintas implementaciones que venimos desarrollando para estimar estados cuánticos, utilizando algoritmos variacionales basados en el principio de máxima entropía [3, 4]. Como prueba de concepto se mostrarán resultados para sistemas de dos y tres qubits.

[1] M. Cerezo, et.al. Variational quantum algorithms. *Nature Reviews Physics*, 3(9), 625-644 (2021).

[2] K. Bharti, et.al. Noisy intermediate-scale quantum algorithms. *Reviews of Modern Physics*, 94(1), 015004 (2022).

[3] D. Tielas, M. Losada, L. Rebón and F. Holik. Performance of the quantum MaxEnt estimation in the presence of physical symmetries. *Quantum Information Processing* 21 (6), 227 (2022).

[4] I. Corte, M. Losada, D. Tielas, F. Holik and L. Rebón. Parameterizing density operators with arbitrary symmetries to gain advantage in quantum state estimation. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications* 611, 128427 (2023).

Contacto: Diego Tielas, diegotielas@gmail.com

Miércoles 20 de 15:50 a 16:10

Rectorado UNS - Sala Bergé Vila

Generación y estimación de estados simétricos en computadoras cuánticas: teoría y experimentos

Holik F H¹, Losada M A², Rebón L^{1,3}, Tielas D^{1,3}, Zerr G⁴

¹ Instituto de Física de La Plata (IFLP)

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

³ Universidad Nacional de La Plata (UNLP)

⁴ Universidad de Buenos Aires (UBA)

La preparación y detección de estados cuánticos es una tarea fundamental en el desarrollo de tecnologías cuánticas. En este trabajo discutimos métodos de generación y estimación de estados simétricos en distintas arquitecturas de computadoras cuánticas. Después de hacer un breve repaso de las herramientas teóricas desarrolladas en [1,2,3], discutiremos los resultados de su implementación experimental a través de la programación cuántica en la nube en los procesadores de IonQ, Rigetti y Oxford Quantum Computing. Finalmente, discutimos la posibilidad de aplicar esta metodología al problema de la certificación de dispositivos cuánticos.

[1] M. Losada, F. Holik, C. Massri and A. Plastino. Solutions for the MaxEnt problem with symmetry constraints. *Quantum Information Processing* 18, 1-20 (2019).

[2] D. Tielas, M. Losada, L. Rebón and F. Holik. Performance of the quantum MaxEnt estimation in the presence of physical symmetries. *Quantum Information Processing* 21 (6), 227 (2022).

[3] I. Corte, M. Losada, D. Tielas, F. Holik and L. Rebón. Parameterizing density operators with arbitrary symmetries to gain advantage in quantum state estimation. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications* 611, 128427 (2023).

Contacto: Federico Holik, holik@fisica.unlp.edu.ar

Miércoles 20 de 16:10 a 16:30

Rectorado UNS - Sala Bergé Vila

Matrices densidad de muchos cuerpos y descomposiciones bipartitas en sistemas de partículas indistinguibles

Cianciulli A¹, Rossignoli R^{1,2}, Gigena N¹

¹ Instituto de Física de La Plata (IFLP), CONICET/FCEy, UNLP

² Comisión de Investigaciones Científicas (CIC)

Se desarrolla una representación bipartita exacta general de un estado puro arbitrario de N partículas indistinguibles, asociada a las matrices densidad de $M < N$ y $N - M$ partículas. El desarrollo es válido tanto para sistemas fermiónicos como bosónicos, y origina una correspondiente descomposición de Schmidt del estado, relacionada con el entrelazamiento $(M, N - M)$. Este entrelazamiento es independiente de la elección de base, a diferencia del entrelazamiento usual de modos. Se introducen también las descomposiciones bipartitas exactas basadas en bloques de dichas matrices densidad, que permiten una representación más eficiente del estado y posibilitan el desarrollo de aproximaciones basadas en los términos dominantes. Se muestran resultados exactos en sistemas fermiónicos y bosónicos con interacciones de apareamiento.

Contacto: Raul Dante Rossignoli, rossigno@fisica.unlp.edu.ar

Miércoles 20 de 16:30 a 16:50

Rectorado UNS - Sala Bergé Vila

Formalismo de estados historia en Caminatas Aleatorias Cuánticas

Lomoc F¹, Boette A¹, Canosa N¹, Rossignoli R^{1,2}

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

² Comisión de Investigaciones Científicas (CIC)

Se introduce el formalismo de estados historia en el marco de las Caminatas Aleatorias Cuánticas ("Quantum Walks"). El formalismo permite describir la caminata completa en base a un solo estado -el estado historia- y conduce al concepto de entrelazamiento sistema-tiempo, que es una medida del número de sitios ortogonales visitados en la caminata. Para caminatas en una dimensión, se muestra, a partir de la solución analítica exacta, que esta cantidad resulta independiente de la orientación inicial del spin para estados iniciales reales con paridad definida y monedas reales tipo Hadamard. Se obtiene además su expresión analítica exacta en el caso de una partícula inicialmente localizada, en función del número de pasos y el parámetro de la moneda (que efectúa la rotación del spin), y su comportamiento asintótico exacto. Se muestra, asimismo, su relación con el entrelazamiento del operador que genera la historia. También se examinan las caminatas cuánticas desde la perspectiva del subsistema de spin. Se muestra que para una partícula inicialmente localizada, pueden describirse por medio de un estado historia aso-

ciado a un reloj compuesto que incluye, además del reloj original, los grados de libertad de posición de la partícula en la base de impulsos.

Contacto: Fernando Lomoc, ferlomoc@gmail.com

Miércoles 20 de 16:50 a 17:10

Rectorado UNS - Sala Bergé Vila

Teorema de Hellmann-Feynman para estados degenerados

Garros A^{1,2}

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

² CONICET - Universidad de Buenos Aires, Instituto de Física de Buenos Aires (IFIBA). Buenos Aires, Argentina.

El teorema de Hellmann-Feynman proporciona un método robusto y eficiente para la determinación de valores esperados de sistemas cuánticos. En los últimos años, distintos autores han explorado la validez del teorema frente a estados degenerados, proponiendo así extensiones de éste [1-5]. El argumento central de estas extensiones radica en que, para el caso de estados degenerados, es necesario construir y diagonalizar la matriz de fuerza proveniente del teorema para obtener valores esperados bien definidos. En el sentido de esta exploración, se propone un abordaje numérico basado en la ruptura de la degeneración que permite determinar aproximaciones válidas de los valores esperados. Se aplica este abordaje en sistemas exactamente resolubles que presentan degeneración y se discute el grado de validez de las aproximaciones obtenidas.

- [1] G. P. Zhang and Thomas F. George, Phys. Rev. B 69, 167102 (2004).
- [2] F. M. Fernández, Phys. Rev. B 69, 037101 (2004).
- [3] R. Balawender, A. Holas, and N. H. March, Phys. Rev. B 69, 037103 (2004).
- [4] S. R. Vatsya, Phys. Rev. B 69, 037102 (2004).
- [5] O. E. Alon and L. S. Cederbaum, Phys. Rev. B 68, 033105 (2003).

Contacto: Adan Garros, adangarros@gmail.com

Esta charla también se presenta como poster con el ID: FC-1

Jueves de 14:00 a 15:30

Biblioteca Rivadavia - Sala 2

Asamblea de Fundamentos e información cuántica

Posters

Poster ID: **FC-2**

Carga de baterías cuánticas en contacto con entornos fuera del equilibrio

Yacachury J¹, Roncaglia A¹, Mayo F¹

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

En las últimas décadas ha surgido un renovado interés en torno al estudio de la termodinámica en sistemas cuánticos. Este auge puede atribuirse, en parte, a los notables avances tecnológicos que han hecho posible la creación de dispositivos que permiten la manipulación coherente de sistemas cuánticos individuales. Por consiguiente, resulta necesario comprender las diversas limitaciones y ventajas que existen asociadas al almacenamiento y transferencia de energía en sistemas con estas características. En este trabajo analizamos la carga de baterías cuando estas se encuentran en contacto con entornos fuera del equilibrio térmico. Analizamos, en particular, el rendimiento de las mismas en relación con el grado de coherencia cuántica presente en el entorno, encontrando que se encuentra un beneficio en el caso de la eficiencia.

Poster ID: **FC-3**

Controlando la dinámica dipolar y los factores de decoherencia en el cristal líquido 5CB

Sánchez C M¹³, Chattah A K¹², Pastawski H M¹²

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

² Instituto de Física Enrique Gaviola (IFEG)

³ Universidad Tecnológica Nacional (UTN), Facultad Regional Córdoba

En el ámbito de la Resonancia Magnética Nuclear en sólidos, estamos buscando interpretar la evolución en sistemas cuánticos de muchos cuerpos estudiando los factores de decoherencia frente a perturbaciones internas y externas.

Para ello utilizamos por un lado, la expansión de Magnus para crear nuevas interacciones a partir del acople natural entre espines, modificando la relación entre la intensidad de las interacciones y las perturbaciones. Por otro lado utilizamos sistemas con distinta geometría y redes de acople dipolar. Uno de ellos es el cristal líquido 5CB, el cual presenta una geometría finita, ya que prevalecen las interacciones intramoleculares sobre las intermoleculares. A su vez el conjunto de

interacciones no es uniforme sino que presentan distintas intensidades. En nuestros estudios de dinámica dipolar en 5CB observamos un comportamiento con dos tiempos de correlación notoriamente diferentes, que responde a acoplos marcadamente diferentes entre los espines de los anillos y los que están en la cola. A su vez esta diferencia de tiempos de correlación marca una diferencia en los decaimientos del eco de Loschmidt, de esa forma la dinámica intrínseca se mete en la decoherencia cuántica.[1]

Actualmente estamos implementando secuencias de pulsos de ‘escaleo’ sobre la dinámica dipolar, dipolar con ‘loops’ y dinámica de ‘coherencias dobles’, [2] observando si ese comportamiento se repite cuando la dinámica (el Hamiltoniano) se implementa a través de repeticiones de una secuencia que se promedia en el tiempo de ciclo. Muchas veces el tiempo de ciclo y el Hamiltoniano promedio nos impide observar “detalles” de la dinámica que se observan únicamente con la dipolar directa. Los cuantificadores que nos ayudan a entender al dinámica del sistema son las coherencias cuánticas, conteo de espines, eco de Loschmidt y tiempos de decaimientos.

[1] C. M. Sánchez, P. R. Levstein, L. Buljubasich, H. M. Pastawski, A.K. Chattah, Phil. Trans. A, 374 20150155, (2016).

[2] C.M. Sánchez, H.M. Pastawski, A.K. Chattah, J. Magn. Reson. Open 16–17 (2023) 100104

Poster ID: **[FC-4]**

Transmisor óptico para Distribución de Cuántica de Claves con codificación en estados time-bin

Morales J^{1,2}, Aparicio M G³, Longo C F⁴, Arrieta C L⁴, Larotonda M A^{1,2}

¹ Centro de Investigación en Láseres y Aplicaciones (DEILAP), Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas para la Defensa (CITEDEF)

² Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN), Universidad de Buenos Aires (UBA), Departamento de Física

³ Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), Laboratorio de Fotometría y Radiometría, Departamento de Luminotecnia

⁴ Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas para la Defensa (CITEDEF), Departamento Electrónica Aplicada

Introducimos un arreglo electro-óptico capaz de generar símbolos codificados en time-bin, para utilizarse como transmisor sobre fibra óptica estándar en la banda C de telecomunicaciones. El dispositivo consiste en un generador de patrones de pulsos diseñado específicamente para la producción de estos y una FPGA que sincroniza y controla los tiempos del experimento. Estos pulsos eléctricos controlan una secuencia de moduladores de intensidad que actúan sobre un láser continuo, obteniendo bursts de pares de pulsos de luz tenue con valores discretos de inten-

sidad.

Este transmisor permite la generación de todos los estados cuánticos necesarios para implementar un protocolo de Distribución Cuántica de Claves (QKD) de variable discreta con estados señal y señuelo en un canal de fibra óptica mono modo. Los símbolos están estructurados en bursts, donde el mínimo retardo relativo entre pulsos es 1.25ns, y la máxima tasa de símbolos en un burst es de 200 MHz. Los parámetros de los estados time-bin como tasa de símbolos, separación de pulsos y relación entre intensidad de estados señal y señuelo puede ser fácilmente modificada, permitiendo la adaptabilidad del transmisor a distintas condiciones experimentales. Una prueba piloto fue realizada sobre canales ópticos simulados con pérdidas de 7 dB y 14 dB, obteniendo una tasa máxima de generación de clave extraíble de 3.0kb/s y 0.57 kb/s, respectivamente.

Poster ID: **[FC-5]**

Desafíos en la certificación de la teleportación cuántica: más allá del umbral convencional de la fidelidad

Bosyk G M¹, Bussandri D¹

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

El protocolo de teleportación cuántica, en el cual Alice transfiere un estado cuántico desconocido a Bob utilizando un estado de recurso máximamente entrelazado entre ambas partes, una medida de Bell realizada por Alice y un canal de comunicación clásico, representa un aspecto clave en el campo de la información cuántica. Sin embargo, en situaciones realistas, la implementación experimental de este protocolo a menudo se ve afectada por fuentes de error, tales como el ruido ambiental o las imperfecciones de implementación. Como resultado, comúnmente ocurre que Alice tele porta un estado con cierta probabilidad de éxito, pero que generalmente difiere del estado objetivo. Esto plantea la necesidad de caracterizar el rendimiento de un protocolo dado. El método de certificación convencional establece que un protocolo es cuántico si la fidelidad promedio del protocolo es mayor que la que puede lograrse clásicamente entre el estado objetivo y el estado teleportado. Esta forma de certificación, por definición, depende de la medida de distinguibilidad entre estados cuánticos seleccionada. Sin embargo, no existe una razón inherente para favorecer la fidelidad sobre otras medidas de distinguibilidad, como la distancia traza, la distancia de Wootters o la distancia de Bures, entre otras. Además, demostramos que al utilizar diferentes medidas de distinguibilidad se pueden llegar a conclusiones contradictorias. Esto se hace evidente en protocolos que emplean la base de Bell para la medición de Alice y un estado de Werner como estado de recurso. Nuestros resultados destacan la necesidad de desarrollar nuevos métodos de certificación para la teleportación cuántica, que sean más flexibles y consideren distintas medidas de distinguibilidad. Al hacerlo,

podremos obtener una comprensión más completa y precisa de los protocolos de teleportación cuántica y, en última instancia, mejorar su aplicación práctica.

Poster ID: **[FC-6]**

Experimentos de metrología cuántica con fotones

Knoll L T^{1 2 3}, Ma A³, Magnoni A G^{1 3}, Bosyk G M^{2 4}, Larotonda M A^{1 2 3}

¹ Centro de Investigación en Láseres y Aplicaciones (DEILAP), Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas para la Defensa (CITEDEF)

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

³ Universidad de Buenos Aires (UBA), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN), Departamento de Física

⁴ Instituto de Física de La Plata (IFLP), Universidad Nacional de La Plata (UNLP)

La metrología cuántica trata cuestiones relativas a la precisión con la que se pueden estimar o detectar cantidades desconocidas. Haciendo uso de fenómenos cuánticos como el entrelazamiento, la indistinguibilidad, o el desarrollo de fuentes de fotones individuales, es posible lograr mejoras de órdenes de magnitud en la precisión de una medición. En los últimos años en el Laboratorio de Óptica Cuántica de CITEDEF hemos iniciado una línea de investigación en temas de metrología cuántica que estudia desde aspectos fundamentales hasta aplicaciones. En este trabajo se presentan los resultados obtenidos y las perspectivas a futuro para esta línea de trabajo incipiente. En particular, se discuten los resultados del estudio teórico y experimental sobre el rol de la indistinguibilidad en la estimación de una fase interferométrica; la capacidad de generar estados cuánticos de más de dos fotones; el desarrollo de fuentes de fotones individuales cercanas al régimen determinista y sus aplicaciones en problemas de estimación de parámetros.

Poster ID: **[FC-7]**

Trabajo Cuántico de un Hamiltoniano Pseudo-Hermitico

Tielas D^{3 1 2 4}, Reboiro M^{1 2}

¹ Instituto de Física de La Plata (CONICET), Boulevard 113 & 63, La Plata, C.P. 1900, Argentina.

² Departamento de Física, Fac. de Cs. Exactas, Universidad Nacional de La Plata, C.C. 67, La Plata, C.P. 1900, Argentina.

³ Departamento de Cs. Básicas, Fac. Ing., Universidad Nacional de La Plata, Av. 1 N° 750, La Plata, C.P. 1900, Argentina.

⁴ tielas@fisica.unlp.edu.ar

La utilización de Hamiltonianos no-Hermíticos brindan la posibilidad de describir en forma efectiva sistemas cuánticos abiertos, sistemas que pueden decaer, resonancias, entre otros [1,2]. En este trabajo estudiamos la termodinámica de un sistema híbrido basado en el Hamiltoniano de Da Providencia-Schütte. El modelo

consta de bosones, que pueden ser físicamente realizados como fotones en una cavidad electromagnética cuántica, que interactúan con un conjunto de espines (átomos) a través de un Hamiltoniano Pseudo-Hermítico. Calculamos la función de partición exacta del sistema y, a partir de ella, derivamos las propiedades estadísticas del sistema [3]. Finalmente, evaluamos el trabajo que se puede extraer del sistema realizando un ciclo de Otto y discutimos las ventajas de la interacción Pseudo-Hermítica propuesta.

[1]Non-Hermitian quantum mechanics. N. Moiseyev. Cambridge University Press, 2011.

[2]PT-symmetric quantum mechanics. C. Bender, S. Boettcher, and P. Meisinger. Journal of Mathematical Physics, 40 (5), 2201-2229, 1999.

[3]Quantum Work from a Pseudo-Hermitian Hamiltonian. M. Reboiro, and D. Tielas. Quantum Reports 4 (4), 589-603, 2022.

Poster ID: **FC-8**

Sucesión de Operadores y su Acotación

Nieva J L¹, Rojas T A¹, Yornet Y A¹, Galay F¹

¹ Universidad Nacional de Catamarca (UNCa), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

Se realiza un análisis de la teoría de integrales singulares con el objeto de analizar los operadores usados en las integrales singulares y la necesidad de su aplicación al análisis de la convergencia del desarrollo en serie de Fourier en espacios de funciones integrables en espacios de Lebesgue mediante las acotaciones de sucesiones de operadores que cumplen las condiciones del lema de Cotlar y su generalización

Poster ID: **FC-9**

Convergencia de Operadores y Tratamiento de Imágenes

Nieva J L¹, Rojas T A¹, Rodríguez R N¹, Vergara R¹

¹ Universidad Nacional de Catamarca (UNCa), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

La utilización de la transformada de Fourier en las telecomunicaciones, en las señales y en el procesamiento de imágenes surge a partir de la naturaleza física de los fenómenos naturales y eléctricos y de su comportamiento, explicado a través de funciones periódicas o movimientos periódicos ondulatorios. Mediante la transformada de Fourier es posible obtener ondas discontinuas, específicamente útiles para modular señales/imagenes; el fundamento para su utilización radica en que mediante esta transformada discreta es posible transformar una señal/imagen del dominio tiempo o del espacio al dominio de la frecuencia, o su proceso inverso.

Poster ID: **FC-10**

Solución exacta de modos armónicos acoplados por

momento angular

Mandal S¹, Canosa N², Rossignoli R² ³

¹ Department of Physics, Visva-Bharati, Santiniketan, India

² Instituto de Física de La Plata (IFLP), (CONICET- Departamento de Física, FCEx, UNLP)

³ Comisión de Investigaciones Científicas (CIC)

Se resuelven en forma analítica las ecuaciones de movimiento de los operadores de campo de dos modos armónicos acoplados por momento angular. Con este propósito se propone una expansión adecuada en términos de los operadores de campo iniciales y un conjunto de coeficientes. De esta forma las ecuaciones diferenciales se logran desacoplar, dando lugar a un conjunto de ecuaciones de cuarto orden. Finalmente, es posible obtener las soluciones analíticas exactas de estas ecuaciones y, por lo tanto, las de los operadores de campo. Como aplicación de estas soluciones, investigamos los efectos de squeezing en la luz coherente de entrada que interactúa con los osciladores acoplados, así como la dinámica del entrelazamiento entre los modos.

Poster ID: [FC-11]

Compuertas cuánticas en qubits en configuración flopping-mode controlados mediante modulación de acoplamiento

Bendersky A D¹, Gomez S S¹, Romero R H¹

¹ Instituto de Modelado e Innovación Tecnológica (IMIT)

El uso de potenciales electrostáticos en heteroestructuras semiconductoras permite confinar electrones individuales en regiones de decenas o centenares de nanómetros en su interfaz de separación. El espín electrónico es una propiedad física adecuada para codificar un qubit. Sin embargo, la manipulación de estados de espín requiere campos magnéticos dependientes del tiempo o variación de la posición del electrón en un campo magnético inhomogéneo. Esta última opción permite su manipulación eléctrica, lo cual reduce ventajosamente el tiempo de operación para evitar pérdidas de decoherencia debidas al entorno. En este trabajo proponemos operar un qubit consistente en los niveles espín orbitales de un electrón en un campo magnético inhomogéneo confinado en un punto cuántico doble en la configuración ‘flopping-mode’, modulando el acoplamiento entre los puntos cuánticos. La elección adecuada de los estados espín orbitales con asintonía (detuning) nula permite definir un pseudoespín controlable eléctricamente mediante el acoplamiento entre los QDs, que asume características de un campo magnético longitudinal efectivo. La modulación del acoplamiento interdots da lugar a oscilaciones de Rabi y rotaciones de 1-qubit. Para valores adecuados de los campos magnéticos podemos realizar una aproximación de onda rotante y resolver la dinámica del sistema de forma analítica, corroborando los valores con los resultados numéricos. Podemos demostrar además que la evolución unitaria de dos

qubits bajo un control de tunneling, debido al acoplamiento de grados de libertad espacial y de espín, da lugar a compuertas que forman un conjunto universal para una computación cuántica.

Poster ID: **[FC-12]**

Factorización generalizada exacta en sistemas de espines

Petrovich F¹, Rossignoli R^{1,2}, Canosa N¹

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

² *Comisión de Investigaciones Científicas (CIC)*

Derivamos un método general que determina las condiciones necesarias y suficientes para que un Hamiltoniano de un sistema interactuante de muchos cuerpos posea un autoestado exacto factorizado en estados de subsistemas para ciertos valores críticos de los parámetros que lo caracterizan. El formalismo se aplica luego para determinar condiciones generales de dimerización y clusterización exacta en sistemas de espines. Se muestran finalmente resultados ilustrativos en sistemas con interacción XYZ en presencia de un campo magnético.

Poster ID: **[FC-13]**

Formalismo de estados historia discreto para operadores de Heisenberg

Reparaz V¹, Rossignoli R^{1,2}

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

² *Comisión de Investigaciones Científicas (CIC), La Plata, Argentina*

Introducimos el esquema de Heisenberg del formalismo de tiempo cuántico de estados historia discreto. Para operadores evolución generales mostramos que, a través de una ecuación estática general, pueden definirse operadores historia análogos a los estados historia del esquema de Schrödinger, los cuales describen la historia completa del operador. Definimos a su vez su entrelazamiento sistema-tiempo asociado, una medida de la cantidad de operadores ortogonales visitados a lo largo de la historia, anulándose para operadores estacionarios. El entangling power, capacidad de un superoperador unitario de generar operadores historia entrelazados, se muestra que está directamente relacionado con el entrelazamiento de este superoperador, medido con la entropía lineal. Esta última está determinada analíticamente para hamiltonianos independientes del tiempo generales. Se muestran finalmente algunos ejemplos esquemáticos.

Poster ID: **[FC-14]**

Análisis de compromiso para la medida de información de Fisher en sistemas cuánticos discretos

Pujol J M¹, Portesi M¹, Holik F¹

¹ Instituto de Física de La Plata (IFLP)

Proponemos una relación de compromiso usando una discretización de la información de Fisher, medida en ciertas bases complementarias conocidas como MUBs. A partir de esto, definimos una cantidad relacionada y estudiamos su comportamiento en distintos tipos de estados, específicamente: estados aleatorios puros de 2 y 3 qubits, estados aleatorios mixtos de 2 qubits, y estados de Werner.

Encontramos que dicha cantidad no puede ser nula para estados puros, mientras que para estados mixtos puede tomar valores arbitrariamente pequeños, llegando a ser nula para el estado máximamente mezclado. Además, estudiando estados mixtos de 2 qubits, encontramos que esta cantidad está correlacionada con la concurrencia y la pureza. Por último, medimos esta cantidad en simuladores de computadoras cuánticas, estudiando cómo responde ante distintos tipos de ruido.

Poster ID: [FC-15]

Integrales Singulares y la Convergencia

Rojas T A¹, Nieva J L¹, Bizotto A¹, Denett A¹

¹ Universidad Nacional de Catamarca (UNCa), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

El objetivo del presente es analizar los operadores usados en las integrales singulares y su aplicación al estudio de la convergencia del desarrollo en serie de Fourier en espacios de funciones integrables en espacios de Lebesgue. Para ello se analiza la teoría de integrales singulares desarrollada por Calderón y sus aplicaciones a la convergencia en serie de Fourier, mostrando como resultado una desigualdad importante que es muy útil en la demostración de la convergencia en espacios de Lebesgue.

Poster ID: [FC-16]

Transformada de Fourier y de Laplace, análisis de la Convergencia

Nieva J L¹, Rojas T A¹, Peralta J¹, Juarez M¹

¹ Universidad Nacional de Catamarca (UNCa), Facultad de Ciencias exactas y Naturales

La convergencia del desarrollo en serie de Fourier, la acotación de operadores, la rapidez de convergencia de los operadores (Transformada de Fourier, Laplace) juegan un papel importante en soluciones de muchas ecuaciones y aplicaciones de la física-matemática, problema que tuvo sus inconvenientes en determinados espacios, desde el origen de las series de Fourier. En este trabajo se realiza un análisis y estudio de las condiciones que deben cumplir las funciones y los espacios con el fin de ver la convergencia en los espacios de Lebesgue

Poster ID: [FC-17]

Efectos de las correlaciones supercuánticas entre los

agentes en el juego de las minorías

Barrangú J P¹, Arizmendi C M¹, Mazzitello K I²

¹ Instituto de Investigaciones Científicas y Tecnológicas en Electrónica (ICYTE), Facultad de Ingeniería (FI), Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMDP)

² Centro Atómico Bariloche (CAB), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

Estudiamos el efecto de las correlaciones tipo PR-Box (Popescu-Rohrlich Box) [1] al ser introducidas en el juego de las minorías (Minority Game). Se trata de un juego binario en el que los agentes elijen uno de los dos lados en forma independiente y donde aquellos que están sobre el lado minoritario ganan [2]. La versión cuántica del juego de las minorías [3] tiene las mismas reglas que la versión clásica pero debido a la no-localidad de la mecánica cuántica se obtienen resultados distintos. Los efectos producidos en el juego cuántico por la violación de las desigualdades de Bell fueron estudiados en [4], mostrando que con el uso de la no-localidad cuántica se logra una ventaja para los jugadores con respecto al caso clásico.

Las correlaciones PR-Box se caracterizan por ser no-señalizantes y cumplir al mismo tiempo la desigualdad CHSH con el máximo valor, lo que significa máxima no-localidad. La dispersión de la diferencia entre los agentes que pierden y los que ganan esta inversamente relacionada a la eficiencia de la distribución de recursos en el juego. Valores más pequeños de la dispersión indican un mejor uso de los recursos de los agentes. Con las correlaciones PR-Box esperamos obtener un decrecimiento en la dispersión del juego. La misma depende de la memoria de las jugadas ganadoras en el pasado. En el juego clásico aparecen dos fases separadas por un punto crítico: 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. En el punto crítico, la dispersión de la diferencia entre agentes perdedores y ganadores es mínima, tratándose del punto más eficiente del juego. Cuando se incluyen las correlaciones PR-Box a un porcentaje de agentes, mejora la eficiencia del juego en la mayor parte de la fase simétrica o impredecible, pero en el punto crítico aumenta, resultando menos eficiente que el asociado al juego clásico. En este último los agentes juegan con máxima anti-correlación de forma espontánea. Un porcentaje de agentes supercuánticos fue correlacionado de a pares y también se probó utilizando la configuración de Svetlichny-Box. Esto último permite construir anillos de N agentes correlacionados a partir de N PR boxes, para N > 2. En ambos casos, las correlaciones generan resultados similares, para los cuales el juego clásico sigue teniendo una mejor eficiencia en el punto crítico.

Referencias: [1] Popescu, S. y Rohrlich, D. "Quantum nonlocality as an axiom" Foundations of Physics, Vol. 24, No. 3, 379–385, 1994. [2] Challet, D. y Zhang,

Y. "Emergence of cooperation and organization in an evolutionary game" Phys. A, Vol. 246, No. 3-4, 407–418, 1997. [3] Benjamin, S. C. y Hayden, P. M. "Multiplayer quantum games" Phys. Rev. A, Vol. 64, 030301, 2001. [4] Flitney, A. P., Schlosshauer, M., Schmid, C., Laskowski, W. y Hollenberg, L. C. "Equivalence between Bell inequalities and quantum minority games" Phys. Lett. A, Vol. 373, No. 5, 521 – 524, 2009.

Poster ID: **[FC-18]**

Formulación cuántica en espacio tiempo de la integral de camino

Díaz N¹, Matera J M¹, Rossignoli R^{1,2}

¹ Instituto de Física de La Plata (IFLP), CONICET/FCEyN-UNLP

² Comisión de Investigaciones Científicas (CIC)

Se examina una nueva formulación cuántica de la integral de camino basada en un espacio de Hilbert extendido de espacio tiempo y un correspondiente operador de acción cuántico. El formalismo permite identificar la suma sobre historias con una traza cuántica en dicho espacio extendido que involucra al operador de acción, abriendo nuevas perspectivas. Por un lado, posibilita la aplicación de protocolos de información cuántica eficientes para el cálculo de trazas al problema de la evaluación numérica de la integral de camino, así como asociar distintas representaciones de la misma con diferentes elecciones de base del espacio extendido. Por otra parte, desde el lado formal permite un tratamiento puramente cuántico de simetrías espacio temporales y un nuevo abordaje del límite continuo, en el que surgen naturalmente conexiones con valores medios en vacíos extendidos en espacio-tiempo.

Poster ID: **[FC-19]**

Superadiabatic Geometric Gates with Dressed-states formalism

Rus M E¹, Gomez S S¹

¹ Instituto de Modelado e Innovación Tecnológica (IMIT)

Geometric quantum computation studies and applies geometric properties of quantum systems to create quantum logic gates. It is known that an adiabatically evolving system driven by a non-degenerate Hamiltonian exhibits a phase factor that is purely geometric under a cyclic evolution. Nevertheless, the adiabatic condition usually implies long evolution times, and then "Shortcuts to Adiabaticity" (STA) techniques must be applied to obtain high-fidelity gates even in the fast-driving regime. In this work we propose a single-qubit geometric quantum gate where the Dressed-states formalism is applied as an STA protocol to make the system evolve adiabatically. We consider a two-level system driven by a microwave field and study the fidelity of the gate under errors of the field's amplitude and

decoherence provided by the environment.

Poster ID: **[FC-20]**

Distancias en el Lattice de Mayorización: Comparación de Recursos Cuánticos

Meroi F¹, Bosyk M G²

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

² Instituto de Física de La Plata (IFLP)

Un aspecto central en las Teorías de Recursos Cuánticos radica en la cuantificación precisa de los recursos. Recientemente, se ha demostrado que la Coherencia, la Pureza y el Entrelazamiento de un sistema pueden ser abordados a través del formalismo del Lattice de Mayorización (recursos basados en mayorización).

En este trabajo, nuestro objetivo consiste en proponer diversas medidas de distancia dentro del Lattice de Mayorización, analizando en detalle las propiedades que estas medidas poseen, de manera que nos permitan realizar comparaciones entre los recursos asociados a dos estados cuánticos diferentes.

Física atómica y molecular

Charlas

Jueves 21 de 14:00 a 14:20

Centro Histórico Cultural - Sala 2

Determinación de secciones eficaces de producción de rayos X por impacto de iones utilizando gases confinados en nanoestructuras

Divi F¹, Pérez P^{1,2,3}, Ruano G^{1,2}

¹ Instituto Balseiro (IB)

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

³ Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA)

La determinación de secciones eficaces de producción de rayos X por impacto de protones sobre gases nobles es siempre un desafío, principalmente debido a la baja intensidad de fotones producidos en un entorno de baja densidad. Para evitar estas dificultades, proponemos confinar al gas noble en una estructura monocrystalina en forma de ampollas altamente presurizadas y muy estables. En este trabajo, nos centramos en muestras construidas con Ar implantado en Si (111) fabricadas hace más de dos décadas. Para determinar la densidad superficial de Ar en las ampollas, se realizaron experimentos de RBS ('Rutherford Backscattering Spectrometry'). Luego, mediante experimentos de PIXE ('Particle Induced X-Ray Emission') se obtuvo la cantidad de fotones producidos para un dado número de protones incidentes. A partir de estos experimentos, se determinó la sección eficaz de producción rayos X de la capa K para Ar por impacto de protones con energías de entre 0.3-3.0 MeV. Los resultados obtenidos fueron consistentes con la literatura y con las predicciones de la teoría ECPSSR. Extendiendo esta metodología, se exploró la potencialidad de determinar la sección eficaz para Ne implantado en grafito. Los resultados obtenidos son un primer paso en el desarrollo de un método confiable y preciso para la determinación de la sección eficaz para gases nobles. Perspectivas futuras de esta línea de investigación propone continuar las mediciones para Ne implantado en grafito y extender la técnica para los restantes gases nobles (Kr, Xe, etc).

Contacto: Francisco José Divi, francisco.divi@ib.edu.ar

Jueves 21 de 14:20 a 14:40

Centro Histórico Cultural - Sala 2

Ionización de uracilo por impacto de C⁶⁺ a energías

de los MeV/u: el rol del canal de ionización múltiple

Cariatore N^{1 2}, Bachi N^{1 2}, Otranto S^{1 2}

¹ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Instituto de Física del Sur (IFISUR)

² Universidad Nacional del Sur (UNS), Departamento de Física

En este trabajo, secciones eficaces diferenciales y totales para ionización de uracilo por proyectiles de C⁶⁺ se calculan mediante la adaptativa del modelo de trayectorias clásicas Monte Carlo (Ad-CTMC) recientemente introducido [1], el cual es extendido para describir un blanco de tipo multicéntrico y multielectrónico. Esta metodología implementa un esquema de reordenamiento orbital dinámico asumiendo transiciones energéticas verticales cada vez que un electrón es ionizado con el objeto de representar el proceso de ionización múltiple lo mejor posible. Como resultado, el modelo considera una densidad electrónica correcta para los orbitales moleculares de valencia y, al mismo tiempo, requiere de una deposición de energía adecuada por parte del proyectil para la ionización de múltiples electrones.

Las secciones eficaces calculadas se contrastan y comparan con datos experimentales y teóricos disponibles a energías de impacto en el rango de MeV/u. Los resultados presentados se encuentran en buen acuerdo con los datos experimentales informados en diferentes niveles de diferenciabilidad. Además, se determinan explícitamente las contribuciones que surgen de la emisión de electrones simple y múltiple donde se analiza el dominio parcial en términos de rangos angulares y/o energéticos específicos [2-3].

[1] N. Bachi, S. Otranto, G. S. Otero y R. E. Olson, Phys. Med. Biol. 64 (2019) 205020

[2] N. D. Cariatore, N. Bachi y S. Otranto, Phys. Rev. A 106, (2022) 012808

[3] N. D. Cariatore, N. Bachi y S. Otranto, Atoms 11, (2023) 38

Contacto: N. Daniel Cariatore, cariatore@gmail.com

Jueves 21 de 14:40 a 15:00

Centro Histórico Cultural - Sala 2

Cálculo de valores esperados en el espacio de interacción de configuraciones doblemente ocupadas empleando el teorema de Hellmann-Feynman sobre el método del operador hermítico

Garros A^{1,2}

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

² CONICET - Universidad de Buenos Aires, Instituto de Física de Buenos Aires (IFIBA). Buenos Aires, Argentina.

El método del operador hermítico (HOM) permite determinar el espectro de energías de excitación de sistemas de muchas partículas con correlación a partir de las matrices de densidad reducida (RDM) de un estado de referencia [1]. A su vez, es posible disponer de aproximaciones precisas de RDM de estados fundamentales en sistemas con fuerte correlación electrónica descriptos en el espacio de interacción de configuraciones doblemente ocupadas (DOCI) [2]. Recientemente, se ha extendido la formulación del HOM en el espacio de DOCI (HOM-DOCI) con resultados ampliamente satisfactorios [3,4]. La determinación de energías de excitación mediante el HOM-DOCI pone en evidencia la posibilidad de explotar el teorema de Hellmann-Feynman para el cálculo de valores esperados y RDM de estados excitados y, por lo tanto, ampliar la aplicabilidad del HOM-DOCI. En esta ocasión, se presentan los resultados de dicha ampliación para el cálculo de valores esperados y RDM de estados excitados de modelos exactamente resolubles.

[1] M. Bouten, P. Van Leuven, M. V. Mihailovic, and M. Rosina, Nucl. Phys. A 202, 127 (1973).

[2] A. Rubio-García, D. R. Alcoba, P. Capuzzi, and J. Dukelsky J. Chem. Theory Comput. 14 (8), 4183 (2018).

[3] A. Garros. Tesis de Licenciatura en Ciencias Físicas, Universidad de Buenos Aires (2022).

[4] A. Garros *et al.*, en preparación.

Contacto: Adan Garros, adangarros@gmail.com

Jueves 21 de 15:00 a 15:20

Centro Histórico Cultural - Sala 2

Análisis diferencial de la ionización de Hidrógeno por impacto de partículas livianas en plasmas de Debye.

Acebal E¹, Martínez S¹, Cuenca A², Otranto S¹

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

² División Física Médica, Instituto "Ángel H. Roffo", Comisión Nacional de Energía Atómica

La ionización de átomos y moléculas por impacto de partículas livianas ha sido extensamente investigada para blancos gaseosos en muy bajas densidades, los cuales pueden ser considerados aislados de sus alrededores. Sin embargo, entornos de plasmas de laboratorio o astrofísicos representan un escenario completamente distinto, fundamentalmente porque las interacciones entre las partículas se encuentran apantalladas. Como resultado, no sólo se ve afectada la estructura electrónica del blanco sino también el producto de dicho proceso de colisión. En particular, para plasmas débilmente acoplados, donde estas interacciones pueden ser descriptas por medio del potencial de Debye-Hückel, diversas investigaciones teóricas se han llevado a cabo en los últimos años [1].

En este contexto, calculamos y analizamos secciones eficaces totales, simplemente diferenciales y triplemente diferenciales para el proceso de ionización del átomo de Hidrógeno embebido en un entorno de plasma débilmente acoplado por impacto de electrones y positrones. Los cálculos a nivel total y simple diferencial, ya sea en términos de la energía de salida del electrón ligado o en función de su ángulo de emisión, fueron llevados a cabo por el método de trayectorias clásicas de Monte Carlo [2]. Las secciones eficaces triplemente diferenciales, por otra parte, fueron calculadas a través del modelo Born-3DW [3, 4], donde se hizo uso de ondas distorsionadas para representar las interacciones entre las tres partículas resultantes de la colisión (proyectil, ion remanente y electrón emitido). Este modelo es una extensión natural al caso de interacciones apantalladas del ya conocido Born-3C [5, 6].

En el presente trabajo se analizará, principalmente, la sensibilidad de las estructuras de las diferentes secciones eficaces con el grado de apantallamiento del medio. A su vez, se investigará la influencia del signo de carga del proyectil en las secciones eficaces triplemente diferenciales, donde se podrá evidenciar la importancia de considerar la interacción post-colisional entre el proyectil y el electrón emitido.

- [1] R. K. Janev *et al.*, Matter and Rad. at Extr. 1 (2016) 237
- [2] R.E. Olson y A. Salop, Phys. Rev. A 16 (1977) 531
- [3] E. Acebal *et al.*, Phys. Plasmas 28 (2021) 123510
- [4] E. Acebal *et al.*, Atoms 11 (2023) 15
- [5] C. R. Garibotti y J. E. Miraglia, Phys. Rev. A 21 (1980) 572
- [6] M. Brauner *et al.*, J. Phys. B 22 (1989) 2265

Contacto: Emiliano Acebal, emi_acebal@hotmail.com

Secciones Triple Diferenciales para ionización de agua líquida por impacto de partículas livianas cargadas

De Sanctis M L¹, Politis M², Vuilleumier R³, Fojón O A¹

¹ Instituto de Física Rosario (IFIR), Instituto de Física Rosario

² Laboratoire Analyse et Modélisation pour la Biologie et l'Environnement, Évry, France

³ Laboratoire École Normale Supérieure, Paris, France

La ionización de moléculas de agua es una reacción básica de la física atómica, relevante en campos como física médica, astrofísica o física de plasma. Hay numerosos trabajos sobre ionización de moléculas de vapor de agua, incluso varios que se dedican a estudiar los efectos de las radiaciones ionizantes sobre la materia biológica, modelizándola como agua gaseosa. Sin embargo, dado que la materia viva esta formada principalmente por agua en estado líquido, sería necesario considerarla en dicha fase y describirla de manera correcta. Además, es importante poder caracterizar a los electrones lentos que se producen tras la ionización, puesto que pueden ocasionar daños a nivel celular.

Así, presentamos resultados teóricos de Secciones Eficaces Triples Diferenciales (SETD) para la ionización de moléculas de agua en estado líquido por impacto de electrones veloces. Para el cálculo de secciones múltiples diferenciales usamos un modelo perturbativo de primer orden, representando de forma realista al estado ligado correspondiente a la fase condensada por el método de orbitales efectivos desarrollado por Vuillermier. Consideramos colisiones asimétricas para las cuales en el canal final tenemos un electrón dispersado rápido y un electrón eyectado lento, representando la interacción de este electrón eyectado con el ion residual por medio de funciones coulombianas. Comparamos con experimentos para SETD de la fase gaseosa medidas a energía de incidencia de 81eV, energías de eyección de 5eV y 10eV, y ángulos de dispersión de -6 grados y -10 grados, y también con cálculos teóricos de diferentes modelos. Nuestros resultados reproducen las principales características físicas observadas en los datos experimentales. Para el líquido resultan secciones mayores que las correspondientes a los modelos para gas que mejor ajustan los experimentos. Esto estaría en coincidencia con nuestros resultados para secciones eficaces dobles y simples diferenciales presentados en trabajos previos para otras energías de incidencia.

Contacto: Maria Laura De sanctis, mdesanctis@ifir-conicet.gov.ar

Jueves 21 de 15:40 a 16:00

Centro Histórico Cultural - Sala 2

Probable correlación entre la energía molecular de violación de la paridad y una medida electrónica de

la quiralidad

Aucar J J², Aucar G A², Stroppa A³

² Instituto de Modelado e Innovación Tecnológica (IMIT), Grupo de Física Atómica y Molecular. Corrientes (Argentina)

³ SuPerconducting and other INnovative materials and devices institute (SPIN). Abruzzos (Italia).

La quiralidad es un tema siempre relevante en física. Una molécula quiral y su enantiómero (el isómero que se obtiene por reflexión espacial) deberían ser exactamente equivalentes desde un punto de vista energético si la paridad se conservara. Sin embargo, cuando se consideran las fuerzas débiles que producen efectos de violación de la paridad se obtiene una pequeñísima diferencia de energía entre ambos enantiómeros ΔE_{PV} , la cual se considera clave para entender la evolución de la homoquiralidad biológica.

En este estudio nos centramos en la medida electrónica de la quiralidad (ECM) [1] como un descriptor adecuado para cuantificar el nivel de quiralidad de una dada molécula. Calculamos la ECM en un conjunto representativo de moléculas quirales así como sus valores de ΔE_{PV} dentro de un marco completamente relativista [2] y con métodos ab-initio de cuatro componentes [3]. Nuestros resultados muestran una correlación novedosa, fuerte y positiva entre la ECM y ΔE_{PV} , de la cual se infiere la existencia de una interacción sutil entre las fuerzas débiles que actúan dentro de los núcleos de una molécula quiral y su quiralidad. Estos resultados sugieren además que las investigaciones experimentales para la detección de violación de la paridad en moléculas deben considerar aquellas que posean grandes valores de la ECM.

[1] Bellarosa, L.; Zerbetto, F. Journal of the American Chemical Society 2003, 125, 1975-1979

[2] Laerdahl, J. K.; Schwerdtfeger, P. Physical Review A 1999, 60, 4439

[3] DIRAC, a relativistic ab initio electronic structure program, Release DIRAC23 (2023), available at <https://doi.org/10.5281/zenodo.7670749>, see also <https://www.diracprogram.org>

Contacto: Juan Jose Aucar, juanaaucar@gmail.com

Jueves 21 de 16:00 a 16:30

Centro Histórico Cultural - Sala 2

Asamblea de Física atómica y molecular

Posters

Poster ID: FA-1

Enfriado del movimiento de nano-partículas atrapadas mediante retroalimentación eléctrica

Glosca S M¹, Mendicino L R^{1,2}, Schmiegelow C T^{1,2}

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

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

En los últimos años se ha experimentado con varios sistemas de captura y enfriamiento del centro de masa de nano-partículas levitadas. Esto resulta de interés no solo para el estudio de física fundamental de sistemas cuánticos, sino también debido a la posibilidad de desarrollar métodos de enfriados libres de contacto para sistemas de materia condensada. Una de las técnicas de refrigeración más utilizadas se basa en el control de la posición de la partícula mediante retroalimentación, en el cual la posición y sus fluctuaciones son medidas por un detector y corregidas posteriormente incluyendo esa información en algún ciclo de retroalimentación. Este trabajo se propone realizar el atrapado y enfriado de nano-partículas Yb⁺³:NaYF₄ de diámetros entre 100 y 200 nm a través de un método de retroalimentación eléctrica.

En primer lugar, se atraparon y caracterizaron micropartículas de Licopodio en una trampa lineal de Paul a presión ambiente. Debido a los potenciales oscilantes presentes en la trampa se observa un tipo de movimiento comúnmente llamado "micromoción" con la frecuencia de oscilación de los potenciales, así como también otro tipo de movimiento característico llamados "modos seculares", cuya frecuencia es generalmente unas diez veces menor que la de atrapado. En nuestro experimento se lograron atrapar y controlar estas micropartículas de Licopodio, pudiendo moverlas horizontal y verticalmente con la correcta manipulación de los potenciales, así como también observar a través de un sistema óptico la presencia de micromoción y los modos seculares en la dirección radial.

Una vez hecho esto se procedió con las nano-partículas de Yb⁺³:NaYF₄. Para ello se debió poner a punto una trampa similar pero esta vez dentro de una cámara de vacío, ya que debido a la menor masa los efectos colisionales con el aire son mucho más notables y son capaces de expulsar la nano-partícula de la trampa. En este arreglo experimental ya se han podido atrapar nano-partículas y observar algunos de sus movimientos característicos como los modos seculares. Con la información que se extrae de estos movimientos, puede entonces confeccionarse una señal eléctrica a partir de la cual se generen potenciales de compensación que reduzcan dichos movimientos, produciendo entonces el enfriamiento por retroali-

mentación eléctrica.

Poster ID: [FA-2]

Descripción clásica del proceso de ionización en átomos de carbono por impacto de electrones

Bachi N¹, Otranto S¹, Tökesi K²

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

² Institute for Nuclear Research, 4026 Debrecen Bem tér 18/c, H-4026 Debrecen, Hungary

Se estudia la ionización de carbono por impacto de electrones usando el método de trayectorias clásicas Monte Carlo (CTMC) en el rango de energías de impacto de 20 a 1000 eV. Debido a la gran diferencia en los potenciales de ionización de los electrones de la capa L con respecto a la capa K, los cálculos de secciones eficaces totales de ionización se restringen a la primera, ya que es la que brinda la contribución dominante en el rango de energías explorado. Los resultados obtenidos a partir de la suma simple de los orbitales C(2s) y C(2p) se comparan con los datos experimentales reportados [1-2]. A energías de impacto mayores a unos 100 eV, nuestros resultados sugieren que este tratamiento provee un buen acuerdo con los datos experimentales [2] y teóricos [3]. Sin embargo, se observa que la presente metodología sobreestima la producción electrónica para energías de impacto menores a 100 eV. La identificación de un estado iónico C⁻ transitorio sugiere la posible sobreestimación del canal de autoionización en este proceso de colisión, dada la conocida inestabilidad de los sistemas multielectrónicos correlacionados, lo cual es inherente a un tratamiento clásico. En el presente trabajo se analiza de manera puntual dicha situación y se observa que la omisión de la interacción e-e durante el tiempo de vida del estado iónico C⁻ en las simulaciones conduce a una mejora considerable en la descripción de la sección eficaz de ionización en la región de baja energía de impacto [4].

[1] KI Wang and CK Crawford, Electron Impact Ionization Cross Sections, Particle Optics Lab, MIT Technical Report No 6, AFML-TR-70-289, MIT: Cambridge, MA, USA (1971)

[2] E Brook et al, J. Phys. B: Atom. Molec. Phys. 11, 3115 (1978)

[3] EJ McGuire, Phys. Rev. A 3, 267 (1971)

[4] N Bachi, S Otranto and K Tökesi, Atoms 11, 16 (2023)

Poster ID: [FA-3]

Aplicaciones de la Teoría de Campos a reacciones de interés en attofísica

Boll D I¹, Fojón O^{1,2}, Zandrón O P²

¹ Instituto de Física Rosario (IFIR)

² Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura (FCEIA)

En presente trabajo se analizarán y estudiarán los alcances de técnicas provenientes de la Teoría de Campos para reacciones de interacción láser-materia de interés en attofísica y otras áreas relacionadas. Con este propósito se evaluará la cuantificación de magnitudes relevantes para el estudio en cuestión como ser valor medio de fotones absorbidos o emitidos, probabilidades de emisión o absorción de fotones, etc. Se aplicará técnicas de Teoría de Campos para obtener la estructura de vínculos, las ecuaciones de movimiento, y la posterior cuantificación a través de la integral de camino. La Diagramática y la Reglas de Feynman también son evaluadas como herramientas para la descripción de ciertos procesos.

Poster ID: FA-4

Generación de haces vectoriales a partir de un interferómetro de polarización y un DMD para espectroscopía de rubidio.

Louys Sanso J P¹, Bertero Di Tella J¹, Schmiegelow C T¹

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

En esta investigación, nuestro enfoque se centra en investigar el impacto de los campos longitudinales en la interacción entre la luz y la materia, específicamente en la transición D1 del rubidio (Rb) gaseoso. Para lograr esto, realizamos mediciones comparando las diferencias de absorción entre dos haces vectoriales con polarización radial y azimutal. Construimos un interferómetro de polarización para generar estos haces vectoriales mediante la superposición de dos haces en diferentes modos Laguerre-Gauss y con polarizaciones ortogonales. Los modos Laguerre-Gauss se crean utilizando un Dispositivo Digital de Micromirrors (DMD), que funciona como un modulador espacial capaz de manipular tanto la amplitud como la fase de la luz incidente.

Poster ID: FA-5

Determinación de parámetros atómicos mediante la técnica LIBS

Raineri M¹, Reyna Almandos J¹, Farias E E², Borges F³, Pagan C J B⁴

¹ Centro de Investigaciones Ópticas (CIOp), CC 3, 1897, Gonnet, La Plata, Argentina

² Departamento de Física, Universidade Federal de Roraima, Campus do Paricarana, Boa Vista 69310-000, Roraima, Brazil

³ Departamento de Física, Universidade Federal Fluminense, Campus da Praia Vermelha, Niterói, Brazil

⁴ Escuela de Ingeniería Electrónica e Informática, Universidad de Campinas, Campinas, Brazil

El objetivo de este trabajo es determinar vidas medias de las transiciones atómicas de iones como el Zn I y Z II con un experimento LIBS observando el plasma

generado en sus primeros momentos de vida, fuera de la condición LTE. En esta actividad se realizaron experimentos aplicando metodologías sugeridas por Haider y colaboradores [1]. Se irradio un objetivo de zinc al 99,998 % utilizando un láser Nd-YAG pulsado con un ancho de pulso de 5 ns y una frecuencia de 1 Hz. La longitud de onda utilizada fue de 532nm. La energía del pulso, enfocada sobre el blanco, se ajustó a (40 ± 1) mJ. Después de la ablación, el espectro atómico se registró mediante un espectrómetro Czerny-Turner equipado con una cámara ICCD. Para respaldar los ajustes experimentales se realizaron cálculos Hartree – Fock Relativistic (HFR) donde se incluyeron configuraciones de la serie de Rydberg y sus interacciones. Las probabilidades de transición obtenidas fueron comparadas con resultados existentes en la literatura. [1] A.F.M.Y. Haider, MeheraKamal Ira, Z. H. Khan and K. M. Abedin. Radiative lifetime measurement of excited neutral nitrogen atoms by time resolved laser-induced breakdown spectroscopy, J. Anal. At. Spectrom., 2014, 29, 1385–1392 <https://doi.org/10.1039/C3JA50199J>

Poster ID: FA-6

Determinación variacional directa de matrices de densidad de dos partículas correspondientes a funciones de onda de número de precedencia nulo: generalización del concepto de número de precedencia y ruptura de simetrías de espín e inversión temporal

Ayala T R¹, Alcoba D R^{1,2}, Massaccesi G E^{3,4}, Oña O B⁵, Torre A⁶, Lain L⁶

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

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

³ Universidad de Buenos Aires (UBA), Ciclo Básico Común, Departamento de Ciencias Exactas. Ciudad Universitaria, 1428 Buenos Aires, Argentina

⁴ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Universidad de Buenos Aires (UBA), Instituto de Investigaciones Matemáticas “Luis A. Santaló” (IMAS). Ciudad Universitaria, 1428 Buenos Aires, Argentina

⁵ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Universidad Nacional de La Plata (UNLP), Instituto de Investigaciones Fisicoquímicas Teóricas y Aplicadas. Diag. 113 y 64 (S/N), Suc. 4, CC 16, 1900 La Plata, Argentina

⁶ Universidad del País Vasco, Facultad de Ciencia y Tecnología, Departamento de Química Física, Apdo. 644, E-48080 Bilbao, España

El enfoque variacional es un método ampliamente utilizado para aproximar matrices de densidad de dos-partículas (2-RDM) correspondientes a sistemas fer-

miónicos. En esta técnica, los elementos de las matrices se optimizan imponiendo restricciones que garantizan la N -representabilidad de la solución encontrada [1]. Recientemente, se han descrito resultados satisfactorios, en sistemas fuertemente correlados, aplicando el método variacional bajo las denominadas condiciones de p -positividad para aproximar las 2-RDMs correspondientes a funciones de onda pertenecientes al espacio de interacción de configuraciones doblemente ocupadas de número de precedencia nulo [2]. La optimización se ha llevado a cabo mediante un programa semidefinido (SDP) convencional. En este trabajo se propone una generalización del concepto de número de precedencia. Se presenta una reformulación y mejora del método que permite eliminar restricciones de simetrías relativas al espín y a la inversión temporal, dando lugar a la ruptura de tales simetrías en las soluciones encontradas. La proyección del Hamiltoniano reducido del sistema tratado sobre el espacio de número de precedencia generalizado nulo permite implementar el SDP resultante mediante el uso de algoritmos existentes y explotar el carácter ralo de las estructuras matriciales asociadas. Se calculan energías y matrices de densidad de sistemas de muchos cuerpos fuertemente correlados, comparando los resultados obtenidos mediante la nueva técnica con otros procedentes de cálculos exactos. Se pone de manifiesto que la ruptura de las simetrías mencionadas proporciona una mejora significativa sobre las soluciones obtenidas anteriormente, a costes computacionales asequibles.

[1] W Poelmans, M Van Raemdonck, B Verstichel, S De Baerdemacker, A Torre, L Lain, GE Massaccesi, DR Alcoba, P Bultinck, D Van Neck, J. Chem. Theory Comput. 11 (2015) 4064

[2] DR Alcoba, A Torre, L Lain, GE Massaccesi, OB Oña, EM Honoré, W Poelmans, D Van Neck, P Bultinck, S De Baerdemacker, J. Chem. Phys. 148 (2018) 024105

Poster ID: FA-7

Determinación de funciones de onda de sistemas de N electrones, en estados fundamentales y excitados, en espacios de interacción de configuraciones: un enfoque basado en la minimización de la varianza

Sierra G¹, Oña O B², Alcoba D R^{1 3}, Torre A⁴, Lain L⁴, Massaccesi G E^{5 6}

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

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Universidad Nacional de La Plata (UNLP), Instituto de Investigaciones Fisicoquímicas Teóricas y Aplicadas. Diag. 113 y 64 (S/N), Suc. 4, CC 16, 1900 La Plata, Argentina

³ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Universidad de Buenos Aires (UBA), Instituto de Física de Buenos Aires (IFIBA). Ciudad Universitaria, 1428 Buenos Aires, Argentina

⁴ Universidad del País Vasco, Facultad de Ciencia y Tecnología, Departamento de Química Física, Apdo. 644, E-48080 Bilbao, España

⁵ Universidad de Buenos Aires (UBA), Ciclo Básico Común, Departamento de Ciencias Exactas. Ciudad Universitaria, 1428 Buenos Aires, Argentina

⁶ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Universidad de Buenos Aires (UBA), Instituto de Investigaciones Matemáticas “Luis A. Santaló” (IMAS). Ciudad Universitaria, 1428 Buenos Aires, Argentina

La correcta descripción de funciones de onda correspondientes a estados fundamentales, en sistemas de N electrones, constituye uno de los logros más interesantes de los métodos variacionales. Sin embargo, la situación es muy distinta cuando se pretende describir estados excitados. La causa de esta diferencia de comportamiento radica en el denominado “*colapso variacional*”, inherente a los estados electrónicamente excitados. De acuerdo con la experiencia, el carácter de “mínimo local” de los estados excitados provoca que, en numerosas ocasiones, estos tratamientos, basados en la minimización variacional de la energía, conduzcan al estado fundamental. En este trabajo, proponemos optimizar las funciones del conjunto base, en el estudio de sistemas de N electrones a nivel de interacción de configuraciones seleccionadas bien por excitación electrónica o por su número de precedencia, de manera que se puedan describir energías y funciones de onda tanto fundamentales como excitadas. Nuestra propuesta utiliza la minimización la varianza σ^2 , en lugar de la energía electrónica, lo que nos permite acceder a los estados excitados de idéntica manera que cuando se trata del estado fundamental. Los resultados obtenidos en diversos sistemas multielectrónicos atómicos y moleculares se comparan con los proporcionados por el método de interacción de configuraciones completa, así como con los procedentes de métodos variacionales más tradicionales que optimizan orbitales por minimización de la energía.

Poster ID: FA-8

Determinación variacional de matrices de densidad reducida de dos partículas en sistemas fermiónicos y de bosones impenetrables: estudio de condiciones de N -representabilidad

Corvalan D A^{1 2}, Ríos E D³, Oña O B³, Alcoba D R^{1 4}, Torre A⁵, Lain L⁵, Massaccesi G E^{2 6}, Capuzzi P^{1 4}

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

² Universidad de Buenos Aires (UBA), Ciclo Básico Común, Departamento de Ciencias Exactas. Ciudad Universitaria, 1428 Buenos Aires, Argentina

³ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Universidad Nacional de La Plata (UNLP), Instituto de Investigaciones Fisicoquímicas Teóricas y Aplicadas. Diag. 113 y 64 (S/N), Suc. 4, CC 16, 1900 La Plata, Argentina

⁴ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Universidad de Buenos Aires (UBA), Instituto de Física de Buenos Aires (IFIBA). Ciudad Universitaria, 1428 Buenos Aires, Argentina

⁵ Universidad del País Vasco, Facultad de Ciencia y Tecnología, Departamento de Química Física, Apdo. 644, E-48080 Bilbao, España

⁶ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Universidad de Buenos Aires (UBA), Instituto de Investigaciones Matemáticas “Luis A. Santaló” (IMAS). Ciudad Universitaria, 1428 Buenos Aires, Argentina

El estudio de aproximaciones variacionales de matrices de densidad reducida de dos partículas, correspondientes a sistemas de N electrones, ha suscitado un gran interés en las últimas décadas. Este tipo de tratamientos requiere la imposición de determinadas condiciones en los algoritmos de minimización, que garanticen que las matrices de densidad reducida resultantes procedan de verdaderas funciones de onda de sistemas de N electrones. Recientemente, se ha propuesto un nuevo método variacional basado en la utilización de condiciones de N -representabilidad denominadas de 2-, 3- y 4-positividad. Mediante este procedimiento se han logrado descripciones satisfactorias, tanto de estados fundamentales como excitados, de sistemas fermiónicos y de bosones impenetrables (fermiones apareados). En este trabajo se amplían las propuestas planteadas en las referencias [1-2]. En este sentido, consideramos modelos sencillos de Hamiltonianos derivados de relaciones de dispersión, para los que las funciones de onda exactas pueden formularse como estados de partícula independiente. Hemos obtenido que el mismo enfoque variacional conduce a resultados que no son N -representables, especialmente en el caso de sistemas de naturaleza fermiónica general. Estos resultados indican claramente la insuficiencia de las condiciones de N -representabilidad mencionadas y, por tanto, la necesidad de buscar condiciones más exigentes, tales como las denominadas condiciones de N -representabilidad diagonales [3].

- [1] RM Erdahl and H Grudziński, Rep. Math. Phys. 14 (1978) 405
- [2] M Nakata, BJ Braams, M Fukuda, JK Percus, M Yamashita, Z Zhao, J. Chem. Phys. 125 (2006) 244109
- [3] ER Davidson, J. Math. Phys. 10 (1969) 703; B McRae and ER Davidson, J. Math. Phys. 13 (1972) 1527

Poster ID: FA-9

Álgebra de súper-operadores y su aplicación dentro de la teoría de propagadores de polarización

Colombo Jofré M T¹, Aucar G A¹

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

La teoría de propagadores de polarización (PP) es una herramienta teórica muy potente para describir las funciones de respuesta que definen los parámetros espectroscópicos de la resonancia magnética nuclear (RMN) (en particular, el acoplamiento entre espines nucleares, el apantallamiento magnético nuclear y el tensor de espín rotación), así como tensores de otras espectroscopías. Durante la segunda mitad del siglo XX el desarrollo de métodos de cálculo basados en PP no relativistas tuvieron un notable impulso [1-3], gracias al cual se puso de manifiesto su estrecha relación con las funciones de Green y la posibilidad de aplicar la teoría de perturbaciones para cálculos concretos. El ímpetu que caracterizó esta etapa inicial en la investigación de los PP disminuyó en años recientes debido, en parte, al creciente desarrollo de métodos de cálculo basados en funciones de onda (atómicas o moleculares) y al incremento en la capacidad de cómputo de los servidores de cálculo actuales. Sin embargo, la extensión del método de PP usando la teoría cuántica relativista logró ubicar nuevamente a esta línea de investigación en un lugar de avanzada en la física atómica y molecular [4-6].

En este trabajo se presentan algunos desarrollos formales recientes relacionados con la teoría de PP y basados en el concepto de súper-operadores. Éstos manifiestan algunas analogías con los conceptos fundamentales de la teoría de campos y de las funciones de Green. De esta forma sería posible re-expresar los desarrollos ya existentes sobre PP dentro de un marco formal más amplio y así utilizar los métodos de la teoría de campos y de la teoría de perturbaciones para derivar las expresiones que permitan el cálculo de correcciones de electrodinámica cuántica a los parámetros de la RMN.

Referencias

1. JØRGENSEN, Poul; SIMONS, Jack. Second quantization-based methods in quantum chemistry. Academic Press, 1981.
2. ODDERSHEDE, Jens; JØRGENSEN, Poul; YEAGER, Danny L. Polarization propagator methods in atomic and molecular calculations. *Computer Physics Reports*, 1984, vol. 2, no 2, p. 33-92.
3. LINDERBERG, Jan; ÖHRN, Yngve. Propagators in quantum chemistry. John Wiley & Sons, 2004.
4. AUCAR, Gustavo A.; ODDERSHEDE, Jens. Relativistic theory for indirect nuclear spin–spin couplings within the polarization propagator approach. *International journal of quantum chemistry*, 1993, vol. 47, no 6, p. 425-435.
5. AUCAR, Gustavo A.; ROMERO, Rodolfo H.; MALDONADO, Alejandro F.

Polarization propagators: A powerful theoretical tool for a deeper understanding of NMR spectroscopic parameters. *International Reviews in Physical Chemistry*, 2010, vol. 29, no 1, p. 1-64.

6. AUCAR, Gustavo A. Toward a QFT-based theory of atomic and molecular properties. *Physical Chemistry Chemical Physics*, 2014, vol. 16, no 10, p. 4420-4438.

Poster ID: FA-10

El entrelazamiento cuántico entre excitaciones virtuales de orbitales moleculares y la correlación cuántica en parámetros espectroscópicos.

Bajac D F E^{1/2}, Zapata Escobar A D^{1/2}, Aucar G A^{1/2}

¹ Instituto de Modelado e Innovación Tecnológica (IMIT)

² Universidad Nacional del Nordeste (UNNE)

El tensor de acoplamiento indirecto entre espines nucleares, J, es el parámetro de la resonancia magnética nuclear, RMN, que describe la transmisión a través de la estructura electrónica molecular de las interacciones magnéticas entre los espines nucleares de los núcleos de los átomos acoplados. Dentro de un marco teórico no-relativista existen dos tipos de mecanismos de interacción núcleo-electrón que deben tenerse en cuenta para la descripción de J. Estos son dependientes e independientes del espín electrónico.

A partir de la teoría de propagadores de polarización y de la teoría de la información se demostró recientemente que las excitaciones virtuales entre orbitales moleculares localizados (OML) se encuentran entrelazadas.[1] El descriptor utilizado como medida de dicho entrelazamiento es la información mutua (IM) que requiere el cálculo del propagador principal. Dicho propagador se puede calcular a distintos niveles de aproximación según sea la correlación electrónica que se considere.[2]

En este trabajo se mostrarán las relaciones lineales existentes entre la IM, que se obtiene de manera independiente para los mecanismos dependientes e independientes del espín electrónico, y una regla empírica denominada Regla de Karplus. Esta regla relaciona la traza de J a tres enlaces y el ángulo diedro entre los núcleos acoplados. Se mostrará, además, que las formas funcionales de estas relaciones se mantienen para los distintos grados de correlación (RPA y HRPA) incluidos en el cálculo del propagador principal.

En el grupo de investigación dentro del cual se realizó este trabajo se encuentra en desarrollo un software propio que permite el cálculo de propiedades de respuesta a partir de la teoría de propagadores de polarización incluyendo OML.[3]

Con esta metodología se puede describir la dependencia de los así denominados “caminos de acoplamiento” que se definen a partir de un par de excitaciones de OML, conocer cuáles son los más significativos para el acoplamiento J y calcular el entrelazamiento entre ellas.

- [1] L. A. Millán, C. G. Giribet and G. A. Aucar, *J. Chem. Phys.*, 2020; L. A. Millán, C. G. Giribet and G. A. Aucar, *PCCP*, 2018.
- [2] G. A. Aucar, R. H. Romero and A. F. Maldonado, *Int. Rev. Phys. Chem.*, 2010.
- [3] GFAYM, PyPPM, <https://github.com/GFAYM/pyppm>, 2023.

Poster ID: FA-11

Anisotropía del tensor de apantallamiento magnético nuclear con el formalismo LRESC

Aucar J $J^{1/2}$, Zapata Escobar A $^{1/2}$, Maldonado A $F^{1/2}$, Melo J I 3

¹ Instituto de Modelado e Innovación Tecnológica (IMIT)

² Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN), Universidad Nacional del Nordeste

³ Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN), UBA, IFIBA, CONICET

En este trabajo se estudian los efectos relativistas sobre la parte anisotrópica del tensor de apantallamiento magnético nuclear con el formalismo Linear Response with Elimination of the Small Component (LRESC) [1], el cual permite reescribir la expresión relativista de 4-componentes como una suma de términos en una serie de potencias de $1/c^2$, siendo c la velocidad de la luz en el vacío. A menor orden se recupera la expresión no relativista, mientras que a orden $1/c^2$ surgen los términos que corresponden a las correcciones relativistas, las cuales deben ser consideradas al estudiar elementos semi-pesados o pesados.

Como sistemas modelo para aplicar por primera vez la metodología LRESC en la descripción de la anisotropía del tensor de apantallamiento magnético nuclear [2], se seleccionaron las moléculas quirales CHFCIX ($X = \text{Br}, \text{I}$), los cuales involucran átomos de la 4ta y 5ta fila de la Tabla Periódica. Se presentan en este trabajo las expresiones formales que surgen del formalismo LRESC, incluyendo términos que no aparecen al considerar la parte isotrópica del apantallamiento magnético y que se calculan por primera vez. La implementación de estos términos se realizaron en el código DALTON [3], en el cual además se desarrolló una nueva versión del modulo LRESC para mejorar su eficiencia y robustez en la presentación de resultados. A partir de los resultados obtenidos se encuentra que la metodología LRESC permite describir con precisión la anisotropía del apantallamiento, respecto de los valores de 4-componentes, en los sistemas bajo estudio. Las correcciones relativistas descriptas por el formalismo hasta el orden $1/c^2$ incluyen los principales mecanismos electrónicos que dan origen a los efectos relativistas

en estas moléculas. Las expresiones asociadas a las correcciones relativistas del modelo LRESC son de fácil interpretación ya que están asociadas a mecanismos electrónicos muy bien conocidos provenientes del régimen no relativista. El método permite, además, analizar cada contribución a los elementos del tensor de manera separada.

[1] Aucar G.A., Melo J.I., Aucar I.A., y Maldonado A.F. Int. J. Quantum Chem., 118, e25487, (2018)

[2] Mason, J., Solid State Nucl. Magn. Reson., 2(5):285, (1993)

[3] Dalton, a molecular electronic structure program, Release v2022.0 (2022), see <http://daltonprogram.org>

Poster ID: FA-12

Estudio del origen, naturaleza y magnitud de los efectos relativistas sobre apantallamientos magnéticos de compuestos con halógenos

Blatter S P¹², Martínez F A², Zapata-escobar A D², Maldonado A F², Aucar G A¹²

¹ Universidad Nacional del Nordeste (UNNE), Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura

² Instituto de Modelado e Innovación Tecnológica (IMIT), CONICET - UNNE

Los enlaces de halógeno son un tipo de enlace no covalente entre un átomo de halógeno (X) enlazado covalentemente a un átomo R y un átomo electronegativo cercano (Y), cuya estructura general es R-X ⋯ Y. Esta interacción se produce debido a la distribución no uniforme de la densidad de carga sobre el átomo X, dando como resultado una región positiva denominada agujero σ sobre el eje del enlace R-X [1].

Desde el año 2000 el estudio de este tipo de interacción aumentó significativamente debido a su importancia en sistemas biológicos y en cristales. La gran mayoría de las investigaciones se centran en analizar la naturaleza de los enlaces de halógenos mediante la sistematización de propiedades químicas (distancias de enlaces, distribuciones de energía) y de resonancia magnética molecular (RMN) a nivel no relativista. Son pocos los trabajos que incluyen la influencia de los efectos relativistas sobre estos enlaces.

En este trabajo se exploran el origen, naturaleza y magnitud de los efectos relativistas sobre el apantallamiento magnético nuclear de la RMN de núcleos en sistemas moleculares que contienen enlaces de halógenos. Se focaliza el análisis en monómeros XY y dímeros XY ⋯ XY (con X = F; Y= F, Cl, Br, I). Mediante el método de propagadores de polarización a nivel relativista (Rel-PPA)

[2] implementado en el código Dirac [3]. Se realizaron cálculos precisos de los apantallamientos nucleares de los núcleos en los sistemas seleccionados para este estudio. Luego, por medio del modelo Linear response with elimination of small component (LRESC) [4], se identificó el origen, naturaleza y magnitud de los efectos relativistas sobre el núcleo Y, que participa del enlace de halógeno, primero en el monómero XY y luego en el dímero XY ··· XY. Por último, se describen los mecanismos electrónicos involucrados en el origen electrónico de los efectos relativistas utilizando el modelo LRESC-Loc [5].

Los efectos relativistas sobre los átomos de halógenos de monómeros y dímeros crecen a medida que los átomos de halógenos son más pesados, siguiendo el orden I>Br>Cl>F. Al comparar los mecanismos LRESC se puede observar que los efectos asociados a los operadores de tipo triplete, como ser el caso de spin órbita ($H^{SO(1)}$) y aquellos asociados a correcciones al hamiltoniano de Schrödinger de tipo singulete (Mass velocity, (H^{Mv}) y Darwin (H^{Dw})) son los que aportan mayor contribución a los efectos relativistas.

- [1] Desiraju, G. R., (2013). Definition of the halogen bond (IUPAC 2013). Pure and applied chemistry, 85, 1711-1713.
- [2] G. A. Aucar, R. H. Romero, y A. F. Maldonado. (2010) Int. Rev. on Phys. Chem., 29, 1, .
- [3] DIRAC, a relativistic ab initio electronic structure program, Release DIRAC18 (2018), written by L. Visscher, H. J. Aa. Jensen, R. Bast, and T. Saue. (see <http://www.diracprogram.org>).
- [4] Aucar, G. A., Melo, J. I., Aucar, I. A., & Maldonado, A. F. (2018). Foundations of the LRESC model for response properties and some applications. International Journal of Quantum Chemistry, 118, e25487.
- [5] Zapata-Escobar, A. D., Maldonado, A. F., & Aucar, G. A. (2022). The LRESC-Loc Model to Analyze Magnetic Shieldings with Localized Molecular Orbitals. The Journal of Physical Chemistry A, 126, 9519-9534.

Poster ID: FA-13

Efectos relativistas, de QED y de violación de la paridad sobre los parámetros espectroscópicos de RMN de TlX

Kozioł K¹, Martinez J², Colombo Jofré M², Aucar I A², Gaul K³, Berger R³, Aucar G A²

¹ „ Narodowe Centrum Badan Jadrowych. Poland

² Instituto de Modelado e Innovación Tecnológica (IMIT), Instituto de modelado e Innovación Tecnológica. Corrientes

³, „Fachbereich Chemie, Philipps-Universität Marburg, Marburg, Germany

El nivel de precisión alcanzado en los últimos años, tanto para las mediciones experimentales como para los cálculos teóricos de propiedades de respuesta a nivel atómico y molecular, requiere que en estos últimos se incorporen efectos que fueron considerados extremadamente pequeños hasta hace muy pocos años. Entre dichos efectos se pueden mencionar los de QED y las interacciones de Breit, como también los efectos de no conservación de la paridad para los cuales se están desarrollando experimentos que podrían medirlos de manera indirecta.[1]

Los cálculos teóricos de los parámetros espectroscópicos de la RMN en moléculas que contienen átomos pesados requieren que se consideren los efectos relativistas, es decir, se trabaje con métodos denominados de cuatro componentes (4C) o de dos componentes (2C) que incluyan dichos efectos de manera perturbativa. Entre los más recientes, el formalismo de propagadores de polarización relativista (que es 4C) es uno de los más confiables. También merece mencionares el método ZORA con variantes recientes.[2, 3]

En esta comunicación mostraremos resultados muy novedosos de los efectos arriba mencionados para los apantallamientos magnéticos de una familia de compuestos que contiene talio y halógenos TlX (X = F, Cl, Br, I, At). Aplicamos el método de propagadores que permite evaluar contribuciones debidas a excitaciones virtuales ee o paramagnéticas y excitaciones pp o diamagnéticas, las que están asociadas a la creación y destrucción virtual de pares electrón-positrón. También aplicamos el método ZORA con variantes propias para determinar la contribución de los mecanismos involucrados y también distintos a los de espín-órbita. Para los halógenos más pesados (I y At) los efectos relativistas son tan importantes como sus valores no relativistas. En particular, al considerar At se observa un cambio cualitativo en el apantallamiento del Tl (se hace paramagnético). Estudiamos el origen de dichos efectos y el patrón que surge de los mismos.

Los efectos de QED se calcularon con un modelo desarrollado dentro de esta colaboración y único en su tipo.[4] Se consideran solo las contribuciones de las excitaciones $ns \rightarrow n's$ de orbitales moleculares para las excitaciones tipo ee. Hemos observado que los valores absolutos de los efectos de QED se hacen más pequeños en la medida en que crece el valor del número atómico ZX hecho inesperado. El orden de magnitud de dichos efectos es de -60 ppm.

Mostramos también efectos de no conservación de la paridad. Nuestros muy precisos resultados preliminares indican que su valor es cuatro órdenes de magnitud menor que los efectos de QED.

Referencias

1. Blanchard, J. W. Y otros. Phys. Rev. Research 5, 013191 (2023.)
2. Aucar, G. A., Romero, R. H. y Maldonado, A. F. Int. Rev. in Phys. Chem., 29, 1-64 (2010); Aucar, G. A. Phys. Chem. Chem. Phys. 16, 4420–4438 (2014).
3. Gaul,

K y Berger, R., J. Chem. Phys. 152, 044101 (2020). 4. Koziol, K, Aucar, I. A. y Aucar, G. A. J. Chem. Phys. 150, 184301 (2019)

Poster ID: FA-14

Morfología y estructura electrónica de agregados de óxidos metálicos en Cu(111)

Hurtado Aular O¹, Ferullo R M², Belelli P¹

¹ Instituto de Física del Sur (IFISur), Departamento de Física, Universidad Nacional del Sur, CONICET

² Instituto de Química del Sur (INQUISur), Departamento de Química, Universidad Nacional del Sur, CONICET

Los llamados catalizadores inversos son sistemas que consisten en pequeñas partículas de óxido metálico dispersas en la superficie de un metal de transición. Estos catalizadores han generado un gran interés debido a su alta actividad catalítica en una variedad de procesos químicos relevantes tanto en ámbitos académicos como industriales. Algunos ejemplos incluyen la hidrogenación de CO₂, la activación del metano y la oxidación de CO. Entre los catalizadores inversos estudiados recientemente, se encuentran aquellos formados por agregados de Fe₂O₃ o W₃O₉ soportados en diferentes metales de transición. En este trabajo, nos centramos en el estudio de la morfología y la estructura electrónica de los sistemas mixtos de Fe₂O₃/Cu(111) y W₃O₉/Cu(111) como un primer paso para comprender su actividad catalítica en diversas reacciones químicas de interés. Para llevar a cabo este estudio, empleamos la teoría del funcional de la densidad (DFT), utilizando el funcional PBE-D3 y el parámetro U de Hubbard con un valor de 4 eV para el átomo de Fe. Estos enfoques teóricos nos permitieron investigar de manera precisa y detallada las propiedades estructurales y electrónicas de estos materiales. Para el sistema Fe₂O₃/Cu(111), obtuvimos dos configuraciones geométricas diferentes del agregado Fe₂O₃ depositado sobre la superficie de Cu(111): una en forma de anillo y otra lineal. Nuestros cálculos indicaron que la configuración lineal es más estable que la configuración en forma de anillo (en 0.82 eV). A pesar de la diferencia morfológica, ambas configuraciones reciben carga electrónica de la superficie metálica y la mayor parte de ella se localiza en los átomos de Fe dicoordinados de las dos geometrías. En cuanto a las estructuras electrónicas, se observó que aparecen estados electrónicos en el nivel de Fermi (no presentes en los agregados de Fe₂O₃ como especie aislada) asociados a Fe 4s de los átomos de Fe dicoordinados en ambas estructuras. Este resultado sugiere que estos electrones están disponibles y pueden participar en reacciones químicas de interés; por ejemplo, para la activación de CO₂ es fundamental que la molécula tome carga electrónica de la superficie del catalizador. Según estos resultados, se puede prever que ambas estructuras tendrían actividad potencial en reacciones químicas donde el adsorbato requiera carga electrónica. En el sistema W₃O₉/Cu(111) el agregado de W₃O₉

solo adopta una geometría en forma de anillo. Sin embargo, en su anclaje sobre la superficie de Cu(111) puede estabilizarse con dos tipos de simetría: C3v y Cs. La primera posee los tres átomos de W equivalentes, mientras que en la segunda simetría hay un átomo de W no equivalente. Comparando ambas estructuras encontramos que la que tiene simetría C3v es más estable que la de simetría Cs (en 1.47 eV), aunque las dos toman carga electrónica del sustrato metálico. En el agregado C3v, los tres átomos de W reciben la misma carga; en cambio, el W no equivalente del agregado Cs es el que más carga toma. Este comportamiento también se refleja en la estructura electrónica de los agregados. Mientras que la simetría Cs presenta electrones 5d en el nivel de Fermi preferentemente del átomo de W no equivalente, estos no se observan en la simetría C3v. Esta diferencia podría indicar que la simetría C3v, a pesar de ser más estable, no cuenta con electrones disponibles para participar en reacciones químicas, mientras que la simetría Cs sí los posee y podrían ser utilizados en procesos reactivos.

Poster ID: FA-15

Estudio DFT de la interacción agua-heliceno

Zubieta C¹, Ferullo R M¹

¹ Instituto de Química del Sur (INQUISur), Departamento de Química, Universidad Nacional del Sur, CONICET

Los hidrocarburos policíclicos aromáticos (PAH, por su sigla en inglés) son moléculas con múltiples anillos aromáticos condensados. Se cree que los PAHs son componentes importantes del material carbonoso presente en el medio interestelar. Por otro lado, el agua es abundante en nubes interestelares presentándose como moléculas libres, formando partículas de hielo, o como mantos en granos de polvo. Se ha propuesto que los PAHs pueden servir de base para el crecimiento de agregados de agua; asimismo, algunas reacciones como la hidrogenación de PAHs podrían producirse a partir de complejos moleculares mixtos PAH-H₂O. La mayoría de los PAHs son planares, pero también se pueden encontrar estructuras no planares como los helicenos. Estas moléculas están compuestas por anillos aromáticos condensados secuencialmente adoptando una conformación helicoidal. Se ha propuesto que los helicenos pueden formar parte de nubes interestelares. En este trabajo estudiamos la interacción entre una molécula de agua y siete tipos de helicenos, entre 4 y 10 anillos. Para ello utilizamos la aproximación DFT (density functional theory) mediante el funcional vdW-DF2, que incluye correcciones para las fuerzas de van der Waals, tal como están implementado en el programa VASP. La molécula de [4]heliceno, aunque pequeña, ya posee una estructura no planar. En [7]heliceno existe una superposición entre el primer anillo y el último. A medida que el heliceno aumenta de tamaño, los anillos superpuestos que pertenecen a capas distintas están cada vez a menor distancia. Las energías de interacción entre la molécula de agua y los helicenos, medidas en relación a las moléculas

libres, varían aproximadamente entre -180 y -200 meV. Estas interacciones son más intensas que con los correspondientes acenos (PAHs de cadenas lineales) de igual número de anillos, que poseen energías de interacción de alrededor de -140 eV. Con [4] y [5]helicenos, la interacción es comparativamente débil, de -180 meV, pasando a ser más estable con [6]heliceno (-206 meV); para [7], [8] y [9]helicenos, los valores están entre -190 y -200 meV, estabilizándose algo más en [10]heliceno (-204 meV). En helicenos con tamaño entre 4 y 7 anillos, la molécula de agua se ubica preferentemente unida a la vez con los anillos primero y último, resultado que se relaciona con la mayor aromaticidad observada en los anillos terminales. Sin embargo, a partir del [8]heliceno, el espacio del surco no es lo suficientemente grande como para albergar a la molécula de agua debido a las fuertes interacciones interplanares. En estos casos la molécula de agua se enlaza preferentemente sobre algunos de los primeros cuatro anillos de la estructura. El interés de este trabajo radica en que la unión entre una molécula de agua y una de PAH (heliceno en este caso) constituye el primer paso hacia la posible formación de pequeñas partículas de hielo en el espacio interestelar.

Poster ID: FA-16

Estudio de la influencia de fuerzas de van der Waals en el proceso de difracción de gases nobles por superficies metálicas

Tachino C¹, Martín F³, Díaz C²

¹ Instituto de Física Rosario (IFIR), Grupo de Fisicoquímica en Interfases y Nanoestructuras

² Universidad Complutense de Madrid (UCM), Departamento de Química Física, Facultad de Ciencias Químicas

³ Universidad Autónoma de Madrid (UAM), Departamento de Química, Módulo 13

Motivado por estudios experimentales recientes [1], hemos llevado a cabo un análisis teórico del proceso de difracción de argón por una superficie de Ru(0001), poniendo el énfasis en el estudio de la influencia de las fuerzas de van der Waals (vdW) en dicha reacción.

Para llevar a cabo esta tarea, se han construido varias superficies de energía potencial (PES) basadas en cálculos DFT, en los cuales las correcciones vdW son incluidas de diferentes maneras, ya sea empleando potenciales de pares [2] o utilizando términos de corrección no-locales [3]. A partir de éstas, se ha estudiado la dinámica del sistema considerando diferentes condiciones iniciales en cuanto a energía de incidencia y orientación con respecto a la superficie de rutenio, y se han simulado los correspondientes espectros de difracción.

Para todas las PES obtenidas y en la zona de relevancia dinámica, se observa un efecto de anticorrugación, lo cual indicaría la preferencia del argón por adsorberse en sitios de baja coordinación antes que en sitios de alta coordinación. Estos resultados son consistentes con lo observado para otros sistemas que involucran

gases nobles y metales de transición [4]. En cuanto a la dinámica del sistema en estudio, se han distinguido dos procesos diferentes: difracción directa (el átomo incidente se refleja después de un solo rebote sobre la superficie), y trapping dinámico (el átomo permanece cerca de la superficie un cierto período de tiempo, rebotando varias veces sobre diferentes sitios de la misma hasta encontrar una región energéticamente favorable para reflejarse).

Referencias:

- [1] M. Minniti et al. 2012, J.Phys. Condens. Matter 24, 354002.
- [2] Grimme 2006, J. Comput. Chem. 27, 1787; Grimme et al. 2010, J. Chem. Phys. 132, 154104.
- [3] Lee et al. 2010, Phys. Rev. B 82, 081101, Dion et al. 2004, Phys. Rev. Lett. 92, 246401.
- [4] Caragiu et al. 2002, Phys. Rev. B 66, 195411; Seyller et al. 1999, Chem. Phys. Lett. 291, 567.

Poster ID: FA-17

Optimizando configuraciones de un sistema binario de compuestos farmacéuticos por medio de Teoría de Funcional Densidad y experimentos de RMN

Chattah A^{K2 1}, Grad G¹, Bueno M S^{3 4}, Garner C^{3 4}, Bonzi E¹

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)

³ Facultad de Ciencias Químicas (FCQ), Universidad Nacional de Córdoba (UNC)

⁴ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

Cálculos con Funcional Densidad y experimentos de Resonancia Magnética Nuclear (RMN) son utilizados para estudiar posibles conformaciones en el sistema binario formado por el antibiótico clorhidrato de oxitetraciclina (OTC.HCl) y N-acetilcisteína (NAC).

Para ello realizamos primeramente las optimizaciones de las geometrías aisladas (OTC, NAC) con el código Avogadro [1], para luego realizar minimizaciones de energía en vacío y en solución con el solvente agua deuterada (D_2O), mediante el programa de química cuántica ORCA [2] y XCrySDen [3], que trabajan en base a la Teoría de la Funcional Densidad.

Mediante ORCA, simulamos los espectros de infrarrojo (IR) y los desplazamientos químicos de 1H , ^{13}C y ^{15}N , los cuales fueron comparados con nuestros resultados experimentales de RMN en solución y en estado sólido, obteniendo un buen acuerdo en general para el sistema OTC.HCl y permitiéndonos llegar a una conformación de las moléculas aisladas optimizadas. .

Teniendo las moléculas aisladas en su configuración óptima procedimos, en una se-

gunda etapa a implementar estos cálculos para el sistema compuesto OTC.HCl:NAC, el cual representa un desafío por el número de átomos interviniéntos. El objetivo es dilucidar el tipo de interacción entre las moléculas componentes y comparar con resultados experimentales previos que determinaban un tipo de interacción [3].

Los valores obtenidos mediante los cálculos numéricos son validados con los corrimientos químicos experimentales para obtener las configuraciones más probables, más allá de los valores energéticos que muchas veces no es un parámetro altamente sensible a cambios en configuración en sistemas grandes. A su vez comparamos con los espectros experimentales de InfraRojo. La comparación entre desplazamientos químicos de RMN y los obtenidos con métodos numéricos dentro de la teoría de Funcional Densidad es parte de un proyecto que promete ser una herramienta valiosa a la hora de analizar estructuras e interacciones no observables directamente por métodos experimentales.

[1] Hanwell MD, Curtis DE, Lonié D, Vandermeersch T, Zurek E, Hutchison GR; Avogadro: An advanced semantic chemical editor, visualization, and analysis platform, *J. of Cheminformatics* 2012, 4:17.

[2] Neese, F.; Wennmohs, F.; Becker, U.; Riplinger, C. (2020) The ORCA quantum chemistry program package, *J. Chem. Phys.*, 152, 224108.

[3] A. Kokalj, Computer graphics and graphical user interfaces as tools in simulations of matter at the atomic scale, *Comp.*

[4] Bueno MS , Longhi MR, Garnero C, *Pharmaceutics* 2023, 15, 192.

Poster ID: FA-18

Análisis de la variación de las constantes de aparamentamiento magnético de RMN en puentes salinos y enlaces de hidrógeno que estabilizan interacciones ligando-receptor y la estructura de proteínas: Un estudio comparativo analizando las contribuciones de orbitales moleculares de enlace y pares libres usando métodos cuánticos.

Zarycz M N C¹, Provasi P F², Enriz R D¹

¹ Universidad Nacional de San Luis (UNSL), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Instituto Multidisciplinario de Investigaciones Biológicas (IMIBIO). Av. Ejército de los Andes 950, 5700 San Luis, Argentina.

² Universidad Nacional del Nordeste (UNNE), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agromensura. Av. Libertad 5460, Corrientes 3404, Argentina.

Los enlaces de hidrógeno y puentes salinos son interacciones de gran importancia debido al rol que desempeñan en la estabilización de proteínas y las interacciones

nes ligando-proteínas, las cuales incluyen interacciones droga-receptor en sistemas biológicos y de interés farmacológico. En particular, los puentes salinos son interacciones muy fuertes que implican uno o más enlaces de hidrógeno iónico que se forman entre grupos ionizables con carga opuesta, más frecuentemente entre las cadenas laterales cargadas negativamente de los aminoácidos aspartato y glutamato (Asp- y Glu-) y grupos amino con carga positiva pertenecientes a las cadenas laterales de arginina, lisina o histidina (Arg+, Lys+ o His+), o a agonistas de receptores naturales, tales como los neurotransmisores dopamina, serotonina o norepinefrina, por ejemplo. [1-4] Aunque se han logrado avances significativos, la predicción y el modelado con precisión de los puentes salinos representan un desafío. Debido a que los aminoácidos ácidos implicados se encuentran en su forma desprotonada, mientras que los grupos amino están protonados, los puentes salinos existen en medio acuoso, mientras que en estado gaseoso se transforman en enlaces de hidrógeno neutros.[5,6] Es decir, el efecto del solvente es un factor determinante en este tipo de interacciones. Una de las técnicas espectroscópicas utilizadas para caracterizar este tipo de interacciones es la RMN de los átomos involucrados en solución[7-8]. Los valores de los apantallamientos magnéticos nucleares de los átomos de nitrógeno y de hidrógeno permiten diferenciar la presencia de un enlace de hidrógeno o de un puente salino, así como estimar la fortaleza de los mismos. En este trabajo presentaremos resultados correspondientes a una investigación donde evaluamos con métodos de la teoría de la funcional de la densidad (DFT), usando orbitales moleculares localizados, el origen electrónico de los apantallamientos magnéticos nucleares de átomos de hidrógeno y nitrógeno pertenecientes a puentes salinos formados por los residuos Asp, Glu, Arg, Lys, His en sus formas ionizadas. En este estudio también se busca comprender cuáles son las contribuciones electrónicas que determinan las marcadas diferencias que se observan en los valores de las propiedades de RMN de puentes salinos y enlaces de hidrógeno en los que participan átomos similares. La aplicación de esta metodología, que implica el análisis de las propiedades de RMN en términos de los enlaces y pares libres, aporta información original que permite dilucidar el tipo de contribuciones electrónicas que dan lugar a la aparición de las propiedades de RMN antes mencionadas.[9] Las geometrías de los sistemas estudiados se optimizaron a nivel DFT/ B3LYP-D3(BJ)/6-311++G(d,p) [10], mientras que el efecto del solvente, considerando una solución acuosa, se tuvo en cuenta usando la aproximación IEF-PCM[11]. Los apantallamientos magnéticos se calcularon usando las funcionales B3LYP y KT3 con las bases aug-cc-pVTZ y cc-pVTZ. Referencias [1] JE Donald, DW Kulp, WF DeGrado. Proteins, 79, 898, 2011. [2] MC Ahmed , E Papaleo , K Lindorff-Larsen. PeerJ 6, e4967, 2018. [3] PI Nagy and PW Erhardt. Phys. Chem. B. 116, 18, 5425, 2012. [4] RD Tosso, MNC Zarycz, MA. Schiel, L Goicochea Moro, HA Baldoni, E Angelina, and R. D. Enriz. J. Comput. Chem. 43,

1298, 2022. [5] PJ Silva, MAS Perez, NF Brás, PA Fernandes, M.J. Ramos, Theor. Chem. Acc., 131, 1179, 2012. [6] PI Nagy. Int. J. Mol. Sci. 15, 19562, 2014. [7] JH Tomlinson, S Ullah, PE Hansen, MP Williamson. JACS 131, 4674, 2009. [8] MP Williamson, AM Hounslow, J Ford, K Fowler, M Hebditch, PE Hansen. Chem. Commun. 49, 9824, 2013. [9] MNC Zarycz, PF Provaci. Magn. Reson. Chem. 53, 120, 2015. [10] S Grimme, S Ehrlich, and L Goerigk. J. Comput. Chem. 32, 1456, 2011. [11] J Tomasi, B Mennucci, R Cammi. Chem. Rev. 105, 2999, 2005.

Poster ID: FA-19

Identificación mediante XPS de especies funcionales de oxígeno en óxidos de grafeno reducidos por diferentes vías

Bandel S¹, Iribarren J I¹, Álvarez J A¹, Donadelli J A^{1,3}, Devida J M², Requejo F G^{1,2}

¹ Facultad de Ciencias Exactas (FCE), C. 115 s/n, B1900 La Plata, Provincia de Buenos Aires

² Instituto de Investigaciones Fisicoquímicas Teóricas y Aplicadas (INIFTA), Universidad Nacional de La Plata - CONICET. Diagonal 113, B1900 La Plata, Provincia de Buenos Aires

³ Empresa de Investigación y desarrollo para la industria energética (Y-TEC), Av. del Petróleo Argentino 900-1198, Berisso, Provincia de Buenos Aires

Las películas delgadas de óxido de grafeno (GO) son en general aislantes por la interrupción de la red grafítica de carbono sp². La conductividad del GO disminuye con el aumento de grupos funcionales oxigenados enlazados químicamente a la red grafítica, como hidroxilos, carbonilos, entre otros [1]. Dichos grupos representan una barrera para el transporte eléctrico y a su vez representan sitios reactivos que aportan funcionalidad al GO (i.e. inmovilización enzimática). Con el propósito de remover los grupos funcionales oxigenados es posible reducir el GO mediante diferentes vías para obtener óxido de grafeno reducido (rGO). Este proceso permite una disminución de las propiedades aislantes propias del GO hasta varios órdenes de magnitud, transformando al material en un semiconductor y, en última instancia, en un conductor con valores importantes de conductividad cercanas a las del grafito [2].

En este trabajo se exploran las características químicas superficiales de materiales de grafeno, en particular GO y rGO obtenido por diferentes métodos. Mediante XPS se caracteriza el tipo y abundancia de las diferentes especies de oxígeno ligadas a la red grafítica [3]. Se busca así evaluar además las características del rGO obtenido por diferentes métodos, comparándolos con el GO inicial antes de la reducción en cada caso.

[1] Bielawski, C. W., Dreyer, D. R., Park, S., y Ruoff, R. S. (2010). The chemistry of graphene oxide. Chem. Soc. Rev, 39(1), 228-240.

- [2] Devida, J. M., Herrera, F., Daza Millone, M. A., Requejo, F. G. y Pallarola, D. (2023). Electrochemical Fine-Tuning of the Chemoresponsiveness of Langmuir–Blodgett Graphene Oxide Films. *ACS Omega*.
- [3] J. F. Watts y J. Wolstenholme. An introduction to surface analysis by XPS and AES. John Wiley and Sons, 2019.

Poster ID: FA-20

Interacciones moleculares en los sistemas formamida + (ácido fórmico, acético y propiónico)

Parentis A O U¹, Gomez Marigliano A C^{1 2}, Campos V D V^{1 2}

¹ Universidad Nacional de Tucumán (UNT), FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y TECNOLOGIA

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), INSTITUTO DE FISICA DEL NOROESTE ARGENTINO

Estos sistemas binarios presentan fuertes interacciones moleculares, lo que se manifiesta con reacciones exotérmicas, siendo la más intensa la que corresponde al sistema formamida+fórmico, volúmenes de exceso negativos, desviaciones de la viscosidad positiva. Los espectros IR de los componentes puros muestran bandas en la región de los estiramientos OH y NH muy anchas, que se estrechan con el proceso de mezcla y la aparición de nuevas bandas correspondientes a los heteroenclaces. Si bien las bandas espectrales aparecen en la misma región, como lo prevé las simulaciones moleculares, los extremos de las funciones de exceso y desviaciones de la idealidad no se encuentran en la misma fracción molar, lo que evidencia procesos de acomodamiento intersticial.

Poster ID: FA-21

Actividad insecticida por contacto de microformulaciones poliméricas de *Lippia junelliana*, *Tagetes minuta* y *Pimpinella anisum* sobre *Carpophilus dimidiatus* (Fabricius) (Nitidulidae) y *Oryzaephilus mercator* L. (Silvanidae)

Denett G O^{1 2}, Bracamonte D¹, Rodriguez M R^{2 3}, López T E¹, Ortiz E D V⁴, Comelli N C^{1 2}, Sampietro D A⁵

¹ Universidad Nacional de Catamarca (UNCa), Facultad de Ciencias Agrarias

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), CREAS - UNCA

³ Universidad Nacional de Catamarca (UNCa), Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas

⁴ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Universidad Nacional de Catamarca (UNCa), Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas

⁵ Universidad Nacional de Tucumán (UNT), LABIFITO, Fac. de Bioquímica, Química y Farmacia

La incorporación de pesticidas basados en aceites esenciales de plantas aromáticas en el manejo integrado de *Carpophilus dimidiatus* (Fabricius) (Nitidulidae) y *Oryzaephilus mercator* L. (Silvanidae), en reemplazo de pesticidas sintéticos actualmente empleados, es compatible con la realidad socio-productiva del NOA y contribuiría a dar una mayor sustentabilidad a su producción nogalera. Para este fin es necesario formular los aceites esenciales, lo cual permite la liberación gradual de sus principios activos incrementando la vida útil de los mismos. El objetivo de este trabajo fue evaluar la efectividad biocida de contacto de aceites esenciales de *Lippia junelliana*, *Pimpinella anisum* y *Tagetes minuta* encapsulados en formulaciones sólidas basadas en PEG-6000, contra los gorgojos mencionados. Las encapsulaciones con PEG-6000 se realizaron a escala micrométrica por el método de fusión y cristalización con aceites esenciales de *Lippia junelliana*, *Pimpinella anisum* y *Tagetes minuta*, obteniendo eficiencias de carga de entre el 55 % y 61 %. Se planificaron ensayos de toxicidad por contacto sobre *Carpophilus dimidiatus* y *Oryzaephilus mercator* en base a los valores de CL50 obtenidos para los aceites esenciales en su estado puro sobre *C. dimidiatus* (4.01(3.75-4.30) $\mu\text{l/L}$ *P. anisum*; 12.57(11.72-13.53) $\mu\text{l/L}$ *T. minuta*; 16,95(15.24-19.25) $\mu\text{l/L}$ *L. junelliana*) y *O. mercator* (4.00(3.74-4.30) $\mu\text{l/L}$ *P. anisum*; 10.19(9.36-11.34) $\mu\text{l/L}$ *T. minuta* y 7.17(6.90-7.41) $\mu\text{l/L}$ *L. junelliana*). Para la especie *C. dimidiatus* se trabajó con las formulaciones en dosis comprendidas en el rango 140-3200 ppm. Para *O. mercator* se ensayaron dosis en el rango 8-340 ppm. Los ensayos se realizaron en cámaras a 25°C y 60-70 %HR en oscuridad, las unidades experimentales constaban de placas de Petri, en el interior de cada una de las cuales se colocó una dosis de formulación a ensayar y 10 individuos adultos. El análisis estadístico de los datos consistió en calcular la media de porcentaje de mortalidad corregida respecto del control para cada tratamiento, la cual se obtuvo a partir de cinco réplicas y tres repeticiones a las 96 horas. Luego, se calcularon valores de DL50 mediante probit. La actividad insecticida sobre *C. dimidiatus* alcanzó su máximo con la formulación de *L. junelliana* con DL50 = 332,9 (277,2-386,9) ppm, seguida por la aportada por *P. anisum* 671,9 (558,6-918,0) ppm y *T. minuta* 2179,5 (2002,0-2384,0) ppm. En el caso de *O. mercator*, la mayor actividad se registró para *P. anisum* con DL50 = 16,0 (6,1-23,1) ppm, seguido por *L. junelliana* y *T. minuta* con valores de 100,3 (77,7-121,2) ppm y 101,7(80,8-121,2) ppm, respectivamente. Estos resultados indican que la encapsulación proveyó un mejor control de *O. mercator* que de *C. dimidiatus*. Los aceites formulados de *P. anisum* y *L. junelliana* son los que presentan mayor potencial como agentes de control de *O. mercator* y *C. dimidiatus*, respectivamente.

Poster ID: FA-22

Structure-based Design of vaccines built from non-enveloped Virus-like Particles

Prosper P¹, Guérin D M A², Branda M M¹

¹ Instituto de Física Aplicada (INFAP), Universidad Nacional de San Luis (UNSL), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Av. Ejército de los Andes 950. 5700 San Luis, San Luis, Argentina.

² Universidad del País Vasco (UPV/EHU), Instituto Biofisika (CSIC, UPV/EHU). Bº Sarriena S/N. 48940 Laioa, Vizcaya, Spain

Non enveloped Virus Like Particles (VLPs) are self-assembled multiproteins that mimic the native virus structure. They are noninfectious because they do not contain the viral genome. VLPs are widely used like epitopes carriers or chimeric vaccines in the prevention of various pathogens like VIH, Hepatitis B, human papillomavirus, etc. Now a day, the use of VLP-based vaccines represents an alternative way to traditional vaccines to protect against infectious pathogens. They have ability to induce both humoral and cellular immune responses and to raise the immunogenicity by presenting the antigens in repetitive manner due to their repetitive surface patterns. Regarding making vaccines employing VLPs, once selected the platform and a group of heterologous peptide candidates to incorporate to it, the challenge is to decide which is the best way to modify the protein/s making-up the vaccine. This means identifying the most appropriate point/s and region/s to implement these modifications without compromising the carrier's properties, like ability to spontaneously assemble, or its stability. But at the same time is essential to guess that once inserted into the VLP, the immunogenic properties of the selected epitopes are maintained, that is, to preserve its integrity for an adequate antigen presentation. In this work we propose a method for designing vaccines in which the antigen is a modified VLP. Our method comprises several analyses based on the protein sequence and 3D-structure that allows to identify regions of the scaffold protein(s) that could be amenable for modifications. But the structural and immunogenic characteristics of these insertion points can vary depending of the sequence and linkers to be used in the design. For this reason, the proposed procedure must be iterative, and successive rounds of design allow to improve the vaccine prototype. We designed a vaccine prototype against the SARS-CoV-2 virus. The stability, the antigenicity, the allergenicity and toxicity of the prototype vaccine is verified by Molecular Dynamic and informatics tools. The recursive procedure we propose permits to improve the design step by step, as shown in the study case, and can be stop when the desired parameters that characterize the construct are achieved.

Poster ID: FA-23

Escape of the Retinal cofactor from Rhodopsin as part of the visual process of light detection

Prosper P¹, Guérin D M A², Branda M M¹

¹ Instituto de Física Aplicada (INFAP), Universidad Nacional de San Luis (UNSL), Consejo Na-

cional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Av. Ejército de los Andes 950. 5700 San Luis, San Luis, Argentina.

² Universidad del País Vasco (UPV/EHU), Instituto Biofísika (CSIC, UPV/EHU). Bº Sarriena S/N. 48940 Laioa, Vizcaya, Spain

Rhodopsin (RHO) is a light-sensitive pigment in the retina and the main prototypical protein of the G-protein-coupled receptor (GPCR) family. RHO is composed of a bundle of seven transmembrane helices (TM1-TM6), and in its sensitive state has the Retinal (RET) moiety covalently linked to residue Lys 296 (in bovine RHO, bovRHO), which is located at the helix-bundle interior. After receiving a light stimulus, RHO and its cofactor undergo a series of structural changes, the RET- RHO link is disrupted, gaining first the 'active state', that initiate an intricate transduction mechanism. Along with RHO, other partner proteins play key roles in the signaling pathway. Recently we reported a Molecular Dynamic (MD) study run on RHO dimers, that accounts for differences between the wild type (wt) bovRHO, and the RHO mutant Arg135Leu (R135L), in both apo and in complex with the partner G-protein transducin (Gt) (Guérin et al. 2021 J. Phys. Chem. B 2021, 125, 12958). One of the differences found between the behavior of wtRHO and R135L is that, in the first model, RET moves toward the membrane lumen approaching the space opened between helices TM5 and TM6. This space arises because the N-terminus of TM6 moves away from TM5 opening a hydrophobic window to the membrane interior. This movement was not visualized at the mutated one. In this work we calculate the average total energy of the RET molecule in wtRHO and compare it with the average total energy of RET in the POPC membrane, that is, outside the protein. These averages were performed in 50 ns trajectories after the equilibration of the systems was reached.

Física médica

Charlas

Martes 19 de 14:00 a 14:40

Rectorado UNS - Salón Fundadores

Charla Invitada

Diseño de nanoagentes de contraste duales y selectivos para diagnóstico mediante imágenes por Resonancia Magnética

Lassalle V² ¹

¹ Universidad Nacional del Sur (UNS), Departamento de Química, Bahía Blanca, Argentina

² Instituto de Química del Sur (INQUISur), UNS - CONICET, Argentina

La técnica de Resonancia Magnética por Imágenes (RMI) es una de las más utilizadas para el diagnóstico de múltiples enfermedades por ser simple y no invasiva. Sin embargo, su eficiencia depende del contraste tisular que se genere y, en muchos casos se requieren agentes de contraste (AC) para mejorar su eficacia. Actualmente, los AC más utilizados son complejos de gadolinio, los cuales generan contraste positivo o T1 proporcionando imágenes brillantes en la región donde se acumulan. Las nanopartículas magnéticas de óxidos de hierro (NPMs) también se han utilizado como AC, generando contraste negativo o T2, lo que se traduce en imágenes oscuras en el sitio de acumulación de estos agentes. De esta manera, los AC convencionales (Gd o NPMs) solo son efectivos en un solo modo de imagen, T1 o T2, lo cual puede generar resultados confusos. Por ejemplo, el contraste negativo generado por los AC T2 también puede ser generado por coágulos sanguíneos o hemorragias. Por otro lado, más allá que los complejos de Gd han demostrado limitaciones asociadas a su toxicidad, presentan una alta movilidad, y a veces se dispersan en los intersticios de los tejidos lo que genera una señal pobre. Es por esto que combinar ambas capacidades diagnósticas en un único AC daría lugar a compuestos con eficiencia mejorada. En este trabajo se presenta la síntesis de un nanosistema basado en NPMs modificadas con gadolinio. Se han estudiado además, las condiciones de síntesis que permitan obtener estructuras versátiles, en términos de los ligandos selectivos que se puedan incluir en su superficie; y la carga de drogas específicas, lo que da lugar a la obtención de agentes nanoteranósticos con capacidad de diagnóstico dual en RMI y, por lo tanto, potencial para detección y tratamiento de enfermedades de alto impacto social como las oncológicas o la pérdida de la audición.

Contacto: Verónica Lassalle, veronica.lassalle@uns.edu.ar

Martes 19 de 14:40 a 15:00

Rectorado UNS - Salón Fundadores

Caracterización del espectro de difusión molecular intra- y extra-celular mediante técnicas de imágenes por resonancia magnética nuclear con gradientes oscilantes.

Avellaneda M¹, Lembo Ferrari I¹, Alvarez G A^{1, 2, 3}

¹ Instituto Balseiro, CNEA, Universidad Nacional de Cuyo, Bariloche, Argentina

² Centro Atómico Bariloche, CONICET, CNEA, Bariloche, Argentina

³ Instituto de Nanociencia y Nanotecnología, CNEA, CONICET, Bariloche, Argentina

Las imágenes por resonancia magnética nuclear (MRI) son una herramienta muy utilizada en la medicina para el diagnóstico de enfermedades. Su principal beneficio respecto a otros métodos es su carácter no invasivo, pudiendo obtener imágenes de zonas sensibles sin poner en riesgo la salud del paciente. Al día de hoy las técnicas aplicadas permiten obtener una resolución espacial de milímetros en equipos clínicos y de decenas de micrómetros en equipos pre-clínicos. Trabajos recientes [1-3] sugieren que la utilización de secuencias de modulación de gradientes de campo magnético permiten obtener información de tamaños menores a estos mediante decoherencia generada por difusión molecular, lo cual es relevante en la detección temprana de enfermedades neurodegenerativas y ciertos tipos de cáncer. En este trabajo se utilizaron este tipo de secuencias [4] para estudiar el espectro de difusión de agua en materiales buscando simular el comportamiento observado en tejidos biológicos. Se utilizaron fibras de aramida representando el espacio extracelular generando difusión tortuosa y levaduras donde se observó difusión restringida en el interior de las células y difusión tortuosa en los espacios extracelulares. Los resultados en la componente de la señal del espacio extracelular, muestran una densidad espectral que depende de la configuración de la secuencia de pulsos utilizada. Sin embargo, ésta es unívocamente determinada con la señal proveniente del interior de las células. Esta última permite obtener los tamaños de las células de levaduras, siendo estos consistentes con los observados por microscopía óptica. Las densidades espetrales del espacio extracelular son más complejas y necesitan el desarrollo de modelos para interpretarlas.

- [1] G. A. Alvarez, N. Shemesh, and L. Frydman, Phys. Rev. Lett. 111, 080404 (2013).
- [2] N. Shemesh, G. A. Alvarez, and L. Frydman, PLOS ONE 10, e0133201 (2015).
- [3] M. Capiglioni, A. Zwick, P. Jiménez, and G. A. Alvarez, Phys. Rev. Applied 15, 014045 (2021).
- [4] S. Lasič, J. Stepisnik, A. Mohoric, Jour. of Mag. Res. 182 (2006).

Contacto: Manuel Avellaneda molina , manucabjavellaneda@gmail.com

Esta charla también se presenta como poster con el ID: FM-1

Martes 19 de 15:00 a 15:20

Rectorado UNS - Salón Fundadores

Determinación selectiva de componentes intra- y extra-celulares con imágenes no-invasivas de resonancia magnética utilizando gradientes oscilantes.

Lembo Ferrari I¹, Avellaneda M¹, Saidman E^{1,2}, Divi F¹, Alvarez G A^{1,2,3}

¹ Instituto Balseiro (IB), CNEA, Universidad Nacional de Cuyo, Bariloche, Argentina

² Centro Atómico Bariloche (CAB), CONICET, CNEA, Bariloche, Argentina

³ Instituto de Nanociencia y Nanotecnología (INN), CNEA, CONICET, Bariloche, Argentina

Las imágenes por resonancia magnética nuclear (MRI) son ampliamente utilizadas en medicina clínica para obtener información de tejidos de forma no invasiva. Sin embargo, hoy en día presentan limitaciones en la resolución espacial, dificultando el diagnóstico temprano de patologías al necesitar observar cambios a escala celular. Utilizando los espines nucleares presentes en los tejidos como sensores cuánticos y la difusión molecular, se puede extraer información de la microestructura de tejidos tal como tamaños de células y tractos axonales más allá de la resolución espacial convencional de las imágenes obtenidas por MRI [1-3]. En este trabajo, se evaluó la capacidad de caracterizar microestructuras de tejidos a través de dinámicas traslacionales complejas del movimiento Browniano, utilizando la secuencia avanzada de modulación de gradientes NOGSE (Non-uniform Oscillating-Gradient Spin-Echo) [1,2]. Esta secuencia permite filtrar selectivamente la señal de moléculas confinadas en escalas espaciales específicas [3,4], por lo que se la utilizó para extraer selectivamente la señal de espacios intracelulares y extracelulares, usando levaduras y fantomas para imitar tejidos. Se compararon las observaciones con implementaciones de la secuencia estándar PGSE (Pulse Gradient Spin-Echo). Con esta secuencia, se identificaron dos regímenes de difusión: uno extracelular, caracterizado por un coeficiente de difusión constante y menor que el del agua libre, implicando difusión tortuosa entre los intersticios entre células; y otro intracelular, con un coeficiente de difusión que decrece con la inversa del tiempo de difusión, implicando difusión restringida dentro de la célula. Con la secuencia NOGSE se pudieron identificar también las dos contribuciones, y se pudo demostrar que pueden filtrarse selectivamente. Tanto NOGSE como PGSE permitieron determinar el tamaño de las células de forma consistente con resultados de microscopía óptica [2], sin embargo, NOGSE permite determinarlo

con menos requerimientos de intensidad de gradiente de campo y tiempos de difusión, aumentando la relación señal/ruido con respecto a PGSE. Además, cuando el agua se encuentra confinada al espacio extracelular, NOGSE, permite determinar el coeficiente de tortuosidad de la difusión, y también permite calcular tamaños de restricción efectivos y cómo estos cambian en función del tiempo [4]. Estos resultados demuestran que se puede obtener información espacial superando la resolución propia de las imágenes realizadas por MRI a la vez que plantean el desafío tanto teórico como experimental de modelar adecuadamente el régimen de difusión tortuoso [4]. Se espera que estos avances mejoren la capacidad de obtener imágenes por MRI de forma no invasiva y con información microestructural cuantitativa que permitan profundizar en el entendimiento del cerebro humano y otros tejidos de los seres vivos.

- [1] G. A. Alvarez, N. Shemesh, and L. Frydman, Phys. Rev. Lett. **111**, 080404 (2013).
- [2] N. Shemesh, G. A. Alvarez, and L. Frydman, PLOS ONE **10**, e0133201 (2015).
- [3] M. Capiglioni, A. Zwick, P. Jiménez, and G. A. Alvarez, Phys. Rev. Applied **15**, 014045 (2021).
- [4] E.L. Saidman, A. Zwick, S. Tambalo, T. Feiweier, J. Jovicich, G.A. Álvarez. Proc. Intl. Soc. Mag. Reson. Med. **31**, 0970 (2023).

Contacto: Ignacio Lembo ferrari, ignacio.lembo@ib.edu.ar

Esta charla también se presenta como poster con el ID: **FM-2**

Martes 19 de 15:20 a 15:40

Rectorado UNS - Salón Fundadores

Modelo original de Deep Learning para el cálculo de dosis a nivel paciente específico en tratamientos de radioembolización hepática con microesferas de ^{90}Y

Scarinci I¹ ², Valente M¹ ² ³, Pérez P¹ ²

¹ Instituto de Física Enrique Gaviola (IFEG)

² Facultad de Matemática Astronomía, Física y Computación (FAMAF), Laboratorio de Investigación e Instrumentación en Física Aplicada a la Medicina e Imágenes por Rayos X

³ Universidad de la Frontera (UFRO), Centro de Excelencia de Física e Ingeniería en Salud, CFIS y Depto. de Ciencias Físicas

La inteligencia artificial (IA) se ha convertido en una herramienta cada vez más

importante en la medicina moderna, pudiendo ayudar al personal de salud a tomar decisiones más precisas y personalizadas en el tratamiento de diferentes patologías, así como a mejorar la eficiencia y la calidad de la atención médica [1]. En particular, el deep learning (DL) y el Machine Learning (ML), como subcampos de la IA, han demostrado ser efectivos en el análisis de imágenes médicas [2] y han ayudado a mejorar significativamente la precisión del diagnóstico y la planificación del tratamiento en medicina nuclear [3-5].

En este trabajo se presenta un modelo basado en DL para el cálculo de la dosis absorbida por pacientes tratados con Y-90. El modelo utiliza una arquitectura tipo Res-UNet [6] para procesar imágenes morfológicas de TC e imágenes metabólicas PET o SPECT, previamente registradas, con el fin de predecir la dosis absorbida en cualquier punto del tejido. La validación del modelo se realizó utilizando un conjunto de datos clínicos de pacientes tratados mediante radioembolización hepática con Y-90 [7].

El modelo desarrollado presenta potenciales mejoras significativas en la estimación de la dosis absorbida y el tiempo requerido para el cálculo. Se compara con un trabajo previo en el cual se utilizó un modelo de ML para el cálculo de VDK (Voxel Dose Kernel) [8] y con cálculos por método Monte Carlo.

- [1] AJ Thirunavukarasu et al. Nat Med. (2023). doi: 10.1038/s41591-023-02448-8
- [2] I Scarinci et. al. IMU (2020). doi: 10.1016/j imu.2020.100481
- [3] F Tatsugami et al. Diagn Interv Imaging. (2023). doi: 10.1016/j.diii.2023.06.011
- [4] K Swanson et al. Cell (2023). doi: 10.1016/j.cell.2023.01.035
- [5] A Levine et al. Trends in cancer (2019). doi: 10.1016/j.trecan.2019.02.002
- [6] Z Zhang et al. IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters (2018). doi: 10.1109/LGRS.2018.2802944.
- [7] H Lim and Y Dewaraja. University of Michigan - Deep Blue Data. <https://doi.org/10.7302/v07v-z854>
- [8] I Scarinci et al. EJNMMI Phys (2023). doi: 10.1186/s40658-023-00560-9

Contacto: Ignacio Emanuel Scarinci, ignacio.scarinci@gmail.com

Martes 19 de 15:40 a 16:00

Rectorado UNS - Salón Fundadores

Un marco teórico para construir modelos simplificados de descripciones probabilísticas de datos neuromatáticos

Díaz Celauro L¹, Arenaza B^{1 2}, Vallejo Azar M³, Elizalde Acevedo B⁴, Alba Ferrara L³, Bendersky M³, González P³, Samengo I^{1 2}

¹ Instituto Balseiro (IB), Universidad Nacional de Cuyo (UNCuyo), Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA)

² Centro Atómico Bariloche (CAB), Departamento de Física Médica

³ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Universidad Nacional Arturo Jauretche (UNAJ), Estudios en Neurociencias y Sistemas Complejos (ENyS), Hospital el Cruce

⁴ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Universidad Austral, Instituto de Investigaciones en Medicina Translacional

En física y mecánica estadística, las descripciones macroscópicas de sistemas complejos pueden derivarse de variables microscópicas y leyes fundamentales, un proceso conocido como "coarse graining", en inglés. Este enfoque implica abandonar el estado detallado del sistema microscópico a favor de un modelo gobernado por variables emergentes y leyes efectivas. Un desafío clave es determinar qué variables conservar y cuáles descartar, buscando una descripción simple que minimice la pérdida de información. Para abordar esto, Machta y sus colegas [1] desarrollaron una estrategia fundamentada en la preservación de las combinaciones de variables que coinciden con las direcciones del espacio de parámetros en las cuales los autovectores de la matriz de información de Fisher tienen autovalores máximos. En este estudio, aplicamos su método para simplificar la distribución de probabilidad de alta dimensionalidad que describe la variabilidad de las propiedades anatómicas de la corteza cerebral [2], obtenida a partir de imágenes de resonancia magnética (MRI) de 193 voluntarios sanos [3]. El modelo simplificado resultante reduce el número de parámetros en un factor de 3, al tiempo que proporciona una buena aproximación de la distribución original. La validez del modelo se confirmó mediante múltiples pruebas de validación y tiene implicaciones significativas para comprender las propiedades anatómicas del cerebro. Al aplicar esta estrategia a un gran número de variables que describen las propiedades neuroanatómicas de la corteza cerebral en individuos sanos, encontramos que la matriz de Información de Fisher de tamaño 3x3 en cada una de las 62 regiones corticales analizadas tiene un autovalor significativamente mayor que los otros dos. El autovector asociado con este autovalor másivamente informativo describe en qué medida el volumen de la región cortical puede o no puede relacionarse con el producto del área y el espesor de la región. Este autovector sirve como base para construir el modelo simplificado, reduciendo efectivamente el número de parámetros en un factor de 3, al tiempo que proporciona una representación sólida de la distribución original.

[1] B. B. Machta, R. Chachra, M. K. Tanstrum, and J. P. Sethna. *Parameter space compression underlies emergent theories and predictive models*. Science, 342(6158):604–607, 2013

[2] R. S. Desikan, F. Ségonne, B. Fischl, and B. T. Quinn. *An automated labeling system for subdividing the human cerebral cortex on mri scans into gyral based regions of interest.* Neuroimage, 31(3):968–980, 2006

[3] B. Arenaza. *Ánalisis estadístico de la variación poblacional de las características estructurales del encéfalo humano.* Tesis de Maestría en Física del Instituto Balseiro (2022)

Contacto: Lucas Diaz celauro, lucas.diaz@ib.edu.ar

Martes 19 de 16:00 a 16:20

Rectorado UNS - Salón Fundadores

Desarrollo de simulaciones computacionales en PET-CT con métodos reconstructivos algebraicos iterativos

Taube M^{1,2,3}

¹ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Centro de Investigaciones y Transferencias Santa Cruz

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

³ Centro de Medicina Nuclear y Radioterapia de la Patagonia Austral (CEMNPA)

Los avances en la tecnología médica han revolucionado el enfoque de detección y tratamiento de enfermedades a través de diversas técnicas de diagnóstico por imágenes. Entre estas técnicas se encuentra la Tomografía por Emisión de Positrones (PET), una modalidad de imagen que combina principios físicos y biológicos para proporcionar información vital sobre el funcionamiento metabólico del cuerpo humano obteniendo imágenes a partir de diferentes algoritmos de reconstrucción.

El objetivo de este trabajo es desarrollar un software de simulaciones completo que abarque todas las etapas del proceso de generación de imágenes. Para la realización de simulaciones de los procesos de interacción entre radiación y materia, se utiliza el programa FLUKA combinado con rutinas de desarrollo propio para el fantoma elegido. En esta primera instancia, se trabaja con la simulación de un equipo PET-CT ideal, despreciando efectos tales como eventos espurios, ruido, etc., con el propósito de proveer un entorno ventajoso para poner de relieve con máxima claridad las características del algoritmo de reconstrucción.

La cadena simulación-reconstrucción se puede dividir en diferentes pasos común, análisis de datos, construcción de mapas de actividad de los fantomas simulados hasta la utilización, en nuestro caso, del algoritmo de reconstrucción algebraico iterativo Maximum Likelihood Expectation Maximization (MLEM) para obtención de la imagen. La posibilidad de disponer los datos en todas las etapas hasta

la generación de la imagen, permite realizar comparaciones útiles para valorar la calidad del proceso de reconstrucción.

Se presentan algunos primeros resultados, teniendo como objetivo principal ayudar a mejorar la capacidad diagnóstica de los estudios PET-CT y ser una herramienta valiosa para la medicina nuclear.

Contacto: Malena Taube, taube.malena@fisica.unlp.edu.ar

Miércoles 20 de 14:30 a 14:50

Rectorado UNS - Salón Fundadores

Luminiscencia del dosímetro comercial BeO sin irradiar: de la torpeza a la investigación

Caputo F^{1 3}, Marcazzó J^{1 2 3}

¹ Instituto de Física Arroyo Seco (IFAS)

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

³ Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNICEN)

El Óxido de Berilio (BeO), es un material dieléctrico luminiscente ampliamente utilizado en dosimetría de radiaciones ionizantes. Este óxido, posee un número atómico efectivo de Zeff= 7.21 (el tejido blando del cuerpo humano un Zeff= 7.22), lo que los hace perfecto para el uso de detección de radiaciones ionizantes en dosimetría personal. Este material ha sido ampliamente estudiado, tanto sus propiedades luminiscentes como dosimétricas e incluso modeladas y caracterizadas la mayoría de ellas. Entre las propiedades luminiscentes más importantes, se han estudiado la radioluminiscencia (RL), la termoluminiscencia (TL) y la luminescencia estimulada ópticamente (OSL), entre otras, y se han evaluado dichas propiedades ante diferentes fuentes de radiación, entre las que podemos citar, rayos x, radiación alfa, beta y gama. Sin embargo, para nuestro conocimiento, no se ha reportado ningún estudio sobre la luminescencia estimulada del BeO cuando el material es sometido a diferentes fuerzas mecánicas, cómo pueden ser golpes, deformaciones, frotaciones o fracturas, propiedad recientemente observada en mediciones preliminares.

En el marco de la Beca CIN, se han realizado tres diseños experimentales diferentes para medir de forma repetitiva dicho fenómeno y en este trabajo se presenta una caracterización preliminar de los mismos.

Contacto: Francisco Caputo, fcaputo@alumnos.exa.unicen.edu.ar

Miércoles 20 de 14:50 a 15:10

Rectorado UNS - Salón Fundadores

Luminiscencia del $Li_2B_4O_7$ en función del dopante

Di Rocco A^{1 2}, Lester M^{1 2}, Marcazzó J^{1 2}

¹ Instituto de Física Arroyo Seco (IFAS)

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

Los materiales que poseen un número atómico efectivo (Z_{eff}) similar al de los tejidos del cuerpo humano ($Z_{eff} = 7,42$), se denominan materiales “tejido-equivalentes” ($T - E$). Su importancia radica en que estos materiales pueden acumular radiación de la misma forma en que lo hacen los tejidos biológicos. El tetraborato de litio ($Li_2B_4O_7$) es un material dieléctrico luminiscente, que posee un $Z_{eff} = 7,39$, por lo tanto se considera $T - E$. Esto lo convierte en un excelente dosímetro personal.

Cuando un material aislante o semiconductor es irradiado, las cargas excitadas pueden acabar atrapadas en centros metaestables. Estas cargas pueden vaciarse posteriormente utilizando distintos métodos de estimulación. La relajación radiativa de las cargas involucra la emisión de luz. Si no se realizan cambios en la composición del material, la luz emitida es proporcional a la radiación absorbida.

Al modificar los dopantes que se agregan al $Li_2B_4O_7$ y sus concentraciones, es posible variar la cantidad de luz emitida por luminiscencia estimulada frente a una misma dosis de radiación recibida por el material. En este trabajo se identifican y caracterizan las propiedades del tetraborato de litio con diversos dopantes, y se discute cuáles de las composiciones estudiadas mejoran su sensibilidad a la radiación absorbida.

Contacto: Agustina Alexa Di rocco, agus.dirocco12@gmail.com

Miércoles 20 de 15:10 a 15:30

Rectorado UNS - Salón Fundadores

Imágenes por microondas: prototipo experimental y desarrollo de software

Cervantes M J¹, Gómez J², Luparello D², Morales M², Fajardo J³, Galván J⁴, Caiafa C F⁴, Irastorza R M^{1 2}

¹ Instituto de Física de Líquidos y Sistemas Biológicos (IFLYSIB), (IFLySiB CONICET La Plata), La Plata, Argentina.

² Universidad Nacional Arturo Jauretche (UNAJ), Instituto de Ingeniería y Agronomía, Florencio Varela, Argentina.

³ Department of Radiology, University of Michigan, Ann Arbor, MI, USA.

⁴ Instituto Argentino de Radioastronomía (IAR), (IAR CONICET CCT La Plata/CIC-PBA/UNLP), Villa Elisa, Argentina.

Durante las últimas décadas la obtención de imágenes por microondas ha surgido como una técnica alternativa a las de diagnóstico médico convencionales, permitiendo obtener imágenes con fines médicos de manera no invasiva y a costos relativamente bajos si se compara con las técnicas convencionales.

El método consiste en iluminar un objeto de interés, a través de una antena emisora, con frecuencias que van desde aproximadamente 100 MHz a 20 GHz. Las ondas electromagnéticas emitidas por los transmisores se propagan en un medio de acoplamiento y se dispersan a causa del contraste producido por las propiedades dieléctricas del objeto en estudio. Las ondas son recibidas por antenas receptoras las cuales a través de un algoritmo de reconstrucción generan imágenes de las propiedades dieléctricas del objeto estudiado.

En la actualidad existen ensayos clínicos usando esta tecnología para detección de cáncer de mama y se han logrado avances considerables en la detección de hemorragias cerebrales. En nuestro grupo estamos desarrollando un tomógrafo por microondas para la reconstrucción de imágenes en dos dimensiones utilizando dos antenas monopolo móviles.

En este trabajo, mostraremos los avances del prototipo experimental en desarrollo y una herramienta de software de código abierto en Python que resuelve los dos problemas (problema directo e inverso) necesarios para la reconstrucción de imágenes en el problema de tomógrafo por microondas.

Contacto: Maria Jose Cervantes, mariajosecervantes@gmail.com

Miércoles 20 de 15:30 a 15:50

Rectorado UNS - Salón Fundadores

Difusión molecular tortuosa en distintas direcciones del espacio extra-axonal usando un fantoma de sustancia blanca con imágenes por resonancia magnética

Gimenez M L¹ ², Álvarez G A¹ ³ ⁴

¹ Instituto Balseiro (IB), Universidad Nacional de Cuyo (UNCuyo), Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), S.C. de Bariloche, 8.400, Argentina

² Centro Atómico Bariloche (CAB), Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), S.C. de Bariloche, 8.400, Argentina

³ Centro Atómico Bariloche (CAB), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), S.C. de Bariloche, 8.400, Argentina

⁴ Instituto de Nanociencia y Nanotecnología (INN), Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), S.C. de Bariloche, 8.400, Argentina

Cambios en la microestructura de tejidos del sistema nervioso causados por enfermedades neurológicas ocurren a escalas micro- y nano-métricas, mucho menores al tamaño del voxel de las imágenes por resonancia magnética nuclear. Hasta el momento, la obtención de tal información es inaccesible en prácticas clínicas convencionales de manera no invasiva. Es por eso que es de gran importancia desarrollar técnicas de imágenes que cuantifiquen esas características microestructurales para permitir el diagnóstico y seguimiento de dichas enfermedades. En este trabajo utilizamos secuencias de imágenes de resonancia magnética nuclear pesadas por difusión (dMRI). Éstas modulan temporalmente gradientes de campo magnético para extraer esta información a través del movimiento browniano de las moléculas del agua que componen los tejidos [1]. Generamos un contraste en la señal de dMRI que permite extraer de forma selectiva información cuantitativa de tamaños microestructurales [2]. Evaluamos la capacidad del método para extraer información estructural aún en presencia de dinámicas moleculares complejas [3-5]. Para ello realizamos experimentos en un scanner preclínico utilizando un fantoma que emula el espacio extra-axonal de la sustancia blanca, en donde se presentan diversos procesos de difusión del agua. Observamos que el método es capaz de filtrar selectivamente la señal proveniente de las moléculas confinadas a las distintas restricciones de interés, permitiendo caracterizar el complejo proceso de difusión presente en el fantoma. Observamos un proceso de difusión molecular que denominamos tortuosidad microscópica [5], que se manifiesta en distintas direcciones con respecto a la orientación de las fibras. Estos resultados permiten obtener información microestructural, incluso en la dirección longitudinal de las fibras en donde los modelos de difusión existentes asumen no tener obstáculos. Esperamos que este fenómeno sea una manifestación de las ondulaciones y/o dispersiones de las fibras que pueden obstruir la difusión molecular.

- [1] N. Shemesh, G. A. Álvarez y L. Frydman. PLoS ONE 10, e0133201 (2015).
- [2] M. Capiglioni, A. Zwick, P. Jiménez y G. A. Álvarez. Phys. Rev. Applied 15, 014045 (2021).
- [3] M.L. Gimenez, P. Jiménez, L. Pedraza, D. Betancourth, A. Zwick y G. A. Álvarez. Proc. Intl. Soc. Mag. Reson. Med. 29, 3418 (2021).
- [4] M.L. Gimenez, L. Pedraza Pérez y G.A. Álvarez. Proc. Intl. Soc. Mag. Reson. Med. 31, 4308 (2023).

[5] E. Saidman, A. Zwick, S. Tambalo, T. Feiweier, J. Jovicich y G.A. Alvarez. Proc. Intl. Soc. Mag. Reson. Med. 31, 0970 (2023).

Contacto: Melisa Lucia Gimenez, melisa.lucia.gimenez@gmail.com

Miércoles 20 de 15:50 a 16:10

Rectorado UNS - Salón Fundadores

Construcción y ensayo de un fantoma pulsátil compatible con un resonador magnético para el estudio de aneurismas aórticas usando la secuencia 4D-Flow

Rodríguez E E¹, Valda A², Borstner D T¹, Casciaro M E³, Díaz C D¹, Fischer E C³, Graf S³, Martínez A E¹, Craiem D³

¹ Universidad Nacional de Gral. Sarmiento (UNGS), Instituto de Industria

² Universidad Nacional de Gral. San Martín (UNSAM), Escuela de Ciencia y Tecnología (ECyT), Centro Universitario de Imágenes Médicas (CEUNIM)

³ Universidad Favaloro, Facultad de Ingeniería y Ciencias Exactas y Naturales

Los aneurismas aórticos son dilataciones patológicas que aumentan el riesgo de ruptura, que suele ser letal, y su riesgo crece con factores clínicos como la edad, la hipertensión y el tabaquismo. El diámetro máximo de la aneurisma se usa como variable central para tomar decisiones terapéuticas pero se debe complementar con biomarcadores que contemplen la rigidez arterial y el complejo patrón de flujos dentro de la misma. La detección de aneurismas se realiza por ecografía pero la imagen por resonancia magnética (IRM) cardíaca avanza ofreciendo reconstrucciones 3D y capacidades novedosas de cuantificación de flujos. Entre ellas, la secuencia de contraste de fase 4D-Flow permite medir el campo de velocidades de la sangre en función del tiempo en un volumen que abarca el tórax completo. El objetivo de este trabajo fue diseñar, construir y ensayar por primera vez un fantoma pulsátil compatible con un equipo IRM que simule la propagación de ondas de presión y flujo a través de modelos distensibles de aorta con aneurismas para estudiar biomarcadores que estimen su rigidez y riesgo de ruptura. El sistema consiste en un circuito cerrado que impulsa un caudal continuo de agua a través de los modelos de aorta y que es modulado por un pistón neumático y una bomba con membrana elástica de fabricación propia y dos válvulas unidireccionales que introducen la pulsatilidad. El control del bombeo se realiza con un sistema Arduino Due que genera también un electrocardiograma sintético de período 1 s, necesario para sincronizar la adquisición del resonador. En base a una tomografía computada de un paciente con una dilatación de la aorta ascendente, se diseñó e imprimió un modelo 3D que luego sirvió de molde para fabricar una

aorta de látex de longitud 400 mm, diámetros 35 mm en el segmento ascendente y 25 mm en el descendente, espesor 1 mm y elasticidad 1 MPa. En este modelo se eliminaron las arterias supraaórticas y se prolongó hasta la región abdominal. En la sala de comando del resonador se ubicó todo el instrumental no compatible con el sistema IRM: el motor continuo dentro de un reservorio de agua, el pistón neumático y el sistema de control, la válvula para controlar el caudal medio y una resistencia de retorno para ajustar la presión. La bomba, las válvulas y la caja donde se dispuso la aorta cubierta con gel (instrumental compatible con IRM), se colocaron sobre la camilla del resonador y se conectaron a la sala de control a través de un pase en la jaula de Faraday mediante tres mangueras, una de aire y otras para ingreso y retorno de agua. Las pruebas se realizaron en un resonador de 3 T (Siemens, modelo Prisma, Alemania) utilizando la secuencia prospectiva 4D-Flow (código fl3d1r). Antes del ensayo se calibraron las presiones utilizando un monitor multiparamétrico (BCI, modelo Advisor, USA). La caja con la aorta fue cubierta por una antena en fase cardiaca de 18 detectores. Se utilizaron 15 litros de agua con 2,5 ml de solución de contraste (376,9 mg/ml de gadoterato de meglumina). La adquisición 4D-Flow duró 45 min, con una resolución temporal de 20 ms y espacial de 2 mm en las tres direcciones. La velocidad de codificación se fijó en 1200 mm/s. El procesamiento de imágenes se realizó con una plataforma programada para el proyecto (www.lattido.com). El resultado principal fue recrear una dinámica de perfiles de velocidad en la aorta ascendente similar a la observada en pacientes con dilatación. El pulso de caudal de 40 ml/s (pico 200 ml/s) avanza inicialmente al ingresar a la aorta y encuentra una región amplia y elástica que produce una gran reflexión y un flujo retrógrado en forma de anillo alrededor de los 200 ms que avanza hacia el segmento descendente. Se observaron reflexiones propias del desacople geométrico entre la aorta elástica y los conectores rígidos de las mangueras. Las mediciones de flujo en planos ortogonales a la aorta muestran una importante reducción de la amplitud de pulso con picos de 15 ml/s. Las velocidades de propagación de las ondas se estimaron entre 5 y 10 m/s. En base a estos prometedores resultados preliminares, se planea diseñar nuevos modelos de aorta con aneurismas en la región abdominal de diferentes tamaños y distinto espesor para modificar la rigidez y estudiar el impacto sobre las señales de flujo.

Contacto: Alejandro Valda, avalda@unsam.edu.ar

Posters

Poster ID: **FM-3**

Avances en la elaboración de un Protocolo de Control de calidad y radioprotección para un servicio de Radiodiagnóstico de Catamarca

Quiroga M A¹, Roldan T D V¹, Arguello E R¹, Ausilio F²

¹ Universidad Nacional de Catamarca (UNCa), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

² „ Instituto Médico La Comunidad

Los programas de control de calidad para exposiciones médicas deben incluir mediciones de los parámetros físicos de los equipos de RX y de los dispositivos de imagen, en el momento de su puesta en servicio, así como la confirmación periódica posterior de que, en efecto, los factores físicos y clínicos que se han usado para el diagnóstico del paciente por parte del profesional médico son los adecuados. Un Protocolo de control de calidad se considera parte de un Programa de Control de calidad. En este trabajo, se tiene en cuenta que los programas de Control de la calidad contribuyen a la producción de imágenes diagnósticas óptimas reduciendo así las variaciones en función de los equipos de RX. Un mal funcionamiento de estos equipos contribuye significativamente a que prevalezcan las imágenes de mala calidad lo cual puede dar lugar a efectos negativos en el diagnóstico. En base a las recomendaciones del documento IAEA TECDOC 1958, Protocolos de Control de Calidad para Radiodiagnóstico en América Latina y el Caribe, del OIEA (Organismo Internacional de Energía Atómica) del año 2021, se estudiaron, analizaron y seleccionaron los ensayos para elaborar un Protocolo de Control de calidad en radiodiagnóstico. Se pretende implementar el mismo, en un centro médico de la ciudad de Catamarca.

Poster ID: **FM-4**

Dosimetría y Niveles de Referencia de diagnóstico (NRD) en imágenes médicas

Roldan T D V¹, Arguello E R¹, Maltese P¹, Ausilio F², Rivera C¹, Rodriguez M C¹, Lucero D H¹, Roldan P³, Luna N¹, Quiroga M A¹

¹ Universidad Nacional de Catamarca (UNCa), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

² „ Instituto Medico La Comunidad

³ „ Instituto Privado Guillermo Hood

Los principios de justificación y optimización son claves y complementarios de la seguridad radiológica. Los Niveles de Referencia de Diagnóstico (NRD) son

valores utilizados para ayudar en la optimización de la protección en la exposición médica de pacientes para procedimientos de radiodiagnósticos. Un valor NRD requiere un control de calidad y dosimetría del equipo de RX, exámenes de radiodiagnóstico típicos y grupos de pacientes dentro de un rango estándar. Los NRD no se aplican a pacientes individuales, constituyen un umbral arbitrario de los datos dosimétricos de radiación obtenidos localmente y recolectados a nivel nacional o regional. Además, es un indicador de la calidad de la imagen en cada estudio diagnóstico, busca reducir la exposición de los pacientes a radiación, a un nivel tan bajo como sea razonablemente posible. En este trabajo se calculan los NDR para dos tipos de exámenes, Torax y Columna lumbar, para un grupo de 10 pacientes. Se sigue la metodología del ICRP 135, 2017. Los valores obtenidos se encuentran dentro de tolerancia.

Poster ID: **FM-5**

Caracterización de componentes dosimétricas de campo mixto de BNCT por medio de dosímetros de gel con agua pesada: Un estudio Monte Carlo

Triviño S¹², Pérez P³¹, Scarinci I³¹, Sofo Haro M³⁴, Valente M³⁵¹

¹ Facultad de Matemática Astronomía, Física y Computación (FAMAF), Laboratorio de Investigación e Instrumentación en Física Aplicada a la Medicina e Imágenes por Rayos X

² Universidad Tecnológica Nacional (UTN), Facultad Regional Santa Cruz

³ Instituto de Física Enrique Gaviola (IFEG)

⁴ Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA)

⁵ Universidad de la Frontera (UFRO)

Los campos mixtos de radiaciones ionizantes representan uno de los mayores desafíos para la dosimetría moderna, requiriendo frecuentemente del desarrollo e implementación de técnicas avanzadas no-convencionales. Las columnas utilizadas para tratamiento de terapia por captura neutrónica en boro (BNCT) representan una de las situaciones de especial dificultad por la complejidad del campo mixto presente, y las significativas diferencias de impacto en la dosis biológica entre las distintas componentes del campo. Por ello, una caracterización precisa de cada una de las componentes de la columna de BNCT representa un punto de partida ineludible para lograr estimaciones dosimétricas certeras. En este sentido, la dosimetría por sistemas tejido-equivalentes como geles dosimétricos irrumpió como una alternativa promisoria para caracterizar las diferentes componentes de columnas de BNCT. Trabajos anteriores demostraron la capacidad de la dosimetría gel para caracterizar la componente térmica/epitérmica en reactores nucleares [1] y en particular en columnas de BNCT [2], por lo que el presente trabajo reporta sobre el estudio de viabilidad preliminar, en base a técnicas de simulación Monte Carlo especialmente adaptadas, para caracterizar la componente de neutrones rápidos por medio de modificaciones en la composición isotópica de sistemas de

dosimetría gel. Para ello, se adaptaron subrutinas de los códigos Monte Carlo FLUKA y MCNP para obtener el rendimiento comparativo de sistemas de dosimetría gel en su composición estándar y modificados por medio de reemplazar el agua por agua pesada. Se aplicó el modelo desarrollado a las características del reactor RA0 y, de manera estimativa, a una columna representativa de BNCT, obteniendo resultados promisorios respecto de la viabilidad, y un comportamiento acorde a reportes previos [3].

[1] S. Triviño, J. Vedelago, F. Cantargi, ..., M. Santibañez, M. Valente. Neutron dose estimation in a zero power nuclear reactor. *Rad. Phys. Chem.* 127, 2016.

[2] G. Gambarini, S. Agosteo, S. Altieri, ..., G. Rosi, M. Valente. Dose distributions in phantoms irradiated in thermal columns of two different nuclear reactors. *Rad. Prot. Dosim.*, 126, 2007.

[3] G. Gambarini, G. Bartesaghi, J. Burian, ..., L. Pirola, L. Viererbl. Fast-neutron dose evaluation in BNCT with Fricke gel layer detectors. *Rad. Meas.*, 45, 2010.

Poster ID: **FM-6**

Efectos dosimétricos en radioterapia guiada por resonancia magnética debido a la presencia de agentes de contraste basados en nanopartículas de Fe, Gd y Au

Gayol A^{1 2}, Malano F³, Pérez P^{1 2}, Scarinci I^{1 2}, Valente M^{1 2 3}

¹ Instituto de Física Enrique Gaviola (IFEG)

² Facultad de Matemática Astronomía, Física y Computación (FAMAF), Laboratorio de Investigación e Instrumentación en Física Aplicada a la Medicina e Imágenes por Rayos X

³ Universidad de la Frontera (UFRO), Centro de Excelencia de Física e Ingeniería en Salud, CFIS y Depto. de Ciencias Físicas

Avances recientes en el campo de la nanotecnología han generado que el uso de nanopartículas en aplicaciones biomédicas sea cada vez más común y frecuente [1]. Particularmente, las nanopartículas (NPs), y aquellas magnéticas (NPMs), poseen características únicas físico-químicas y biológicas, que las hacen adecuadas para aplicaciones específicas que abarcan desde tratamientos por hipertermia hasta la administración de fármacos, por ejemplo [2].

Por otro lado, la resonancia magnética nuclear (RMN) posee una posición prominente dentro de las técnicas de toma de imágenes en el ámbito de la radioterapia, ya que ofrece una mejor visualización de la lesión y los tejidos circundantes, debido a la mejora del contraste en tejidos blandos en comparación con la técnica de CT, por ejemplo [3].

Diferentes agentes basados en NPMs son frecuentemente empleados como medio de contraste en técnicas de imágenes por RMN (IRM), con el objetivo de

optimizar la diferenciación del tejido bajo estudio de su entorno [4]. Los agentes de contraste se clasifican en dos tipos: agentes de contraste pesados por T1 (positivos), y pesados por T2 (negativos). Los primeros se basan principalmente en complejos de gadolinio (Gd) [5], mientras que para los segundos el hierro (Fe) es comúnmente utilizado [6]. En ocasiones la selectividad y sensibilidad puede ser incrementada utilizando otros elementos como el oro (Au), que exhibe un amplio rango de características que lo hacen adecuado en este tipo de aplicaciones [7].

En este contexto, el objetivo del trabajo es determinar si la presencia de nanopartículas de Fe, Gd y Au empleadas como agentes de contraste en la técnica de RMN genera modificaciones en las distribuciones de dosis absorbidas producto de la radioterapia guiada por MRI.

Mediante simulaciones Monte Carlo basadas en modificaciones al código PENELOPE, se irradió con un haz de fotones de 6MV un nódulo pulmonar correspondiente a un caso clínico de adenocarcinoma, infundido con diferentes concentraciones de las mencionadas NPs.

Se obtuvo la energía y dosis absorbida en el volumen de interés, encontrando un comportamiento creciente y decreciente, respectivamente, en función de la concentración y el material utilizado.

- [1] K McNamara and S.A.M. Tofail. Advances in Physics: X, doi: <https://doi.org/10.1080/23746149.2016.1254570>
- [2] E Aram, et.al. Nanomaterials. <https://doi.org/10.3390/nano12203567>
- [3] M Nachbar, et.al. Radiotherapy and Oncology, <https://doi.org/10.1016/j.radonc.2019.11.025>
- [4] A Kimura, et.al. Cancers. <https://doi.org/10.3390/cancers14246070>
- [5] A Fatima, et.al. Nanomaterials. <https://doi.org/10.3390/nano11092449>
- [6] F Liu, et.al. Nanomedicine doi: 10.2217/nmm.11.16. PMID: 21542689.
- [7] M Sologan, et.al. Nanomaterials. <https://doi.org/10.3390/nano9060879>

Poster ID: **FM-7**

Sistema para estimar la localización de emisiones de fluorescencia de rayos X para aplicaciones biomédicas

Martín N^{1 2}, Malano F⁴, Pérez P^{1 2}, Scarinci I^{1 2}, Sofo Haro M^{1 2 3}, Vitullo F², Valente M^{1 2 4}

¹ Instituto de Física Enrique Gaviola (IFEG)

² Facultad de Matemática Astronomía, Física y Computación (FAMAF), Laboratorio de Investigación e Instrumentación en Física Aplicada a la Medicina e Imágenes por Rayos X

³ Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Reactor Nuclear RA0, Universidad Nacional de Córdoba

⁴ Universidad de la Frontera (UFRO), Centro de Excelencia de Física e Ingeniería en Medicina,

CFIS y Depto. de Ciencias Físicas

Se presenta y describe una metodología original para estimar la ubicación de emisiones de fluorescencia de rayos X (FRX) por medio de técnicas de espectrometría de tipo *Energy Dispersive X-Ray Fluorescence - EDXRF*, basada en la adquisición de mediciones angulares y un modelo original para retroproyectar. La metodología permite elaborar mapas de probabilidad de ubicación de emisiones de FRX para elementos de alto número atómico en entornos orgánicos/tejido-equivalentes. La implementación de la metodología para aplicaciones biomédicas se chequea estimando la localización de agentes compuestos de nanopartículas de oro (AuNPs) infundidos en órganos de mamíferos pequeños en un contexto de estudios teranósticos [1]. La puesta a prueba y el estudio de factibilidad de la metodología propuesta se analizaron, preliminarmente, por ensayos en ratones (de laboratorio) Wistar integrando con un entorno virtual por medio del desarrollo de subrutinas específicas para realizar simulaciones de tipo Monte Carlo utilizando alguno de los códigos principales, como PENELOPE [2] o FLUKA [3] para una descripción precisa del transporte, colisión y detección de la radiación ionizante.

El algoritmo de estimación de probabilidad de localización de emisiones de FRX propuesto en este trabajo presenta un enfoque innovador y resultados preliminares promisorios, verificados luego de obtener la micro-tomografía de la muestra y de desarrollar una estrategia en PENELOPE para incorporarla de manera voxelizada, segmentando los riñones donde -por captación fisiológica y acumulación- se encuentran la mayor concentración de las AuNPs; acoplando el sistema de EDXRF al micro-tomógrafo. Los resultados obtenidos considerando diferentes concentraciones de AuNPs para la probabilidad de localización de emisiones de FRX se muestran altamente correlacionados con la ubicación real, indicando una merma de performance al reducir la concentración de AuNPs. Las perspectivas a partir de la performance preliminar lograda, sugieren y promueven la profundización de la metodología propuesta como una alternativa viable y dosimétricamente factible para obtener información metabólica por medio de EDXRF, basada en detectores de CdTe [6], de AuNPs infundidas en organismos complementando la información anatómica obtenida por micro-tomografía de rayos X.

[1] R.Figueroa, M. Santibáñez, F. Malano, M. Valente. "Optimal configuration for detection of gold nanoparticles in tumors using K X-ray fluorescence line", Radiation Physics and Chemistry, Vol. 117, 2015.

[2] NEA. PENELOPE 2018: A code system for Monte Carlo simulation of electron and photon transport: Workshop Proceedings, OECD Publishing, 2019.

[3] G. Battistoni, et al. "Overview of the FLUKA code" Annals of Nuclear Energy 82, 2015.

[4] Dheyab MA, Aziz AA, Rahman AA, Ashour NI, Musa AS, Braim FS, Jameel

MS. Monte Carlo simulation of gold nanoparticles for X-ray enhancement application. Biochim Biophys Acta Gen Subj., 2023.

[5] Klapproth, Alexander P, Schuemann, Jan, Stangl, Stefan, Xie, Tianwu, Li, Wei Bo, Multhoff, Gabriele. Multi-scale Monte Carlo simulations of gold nanoparticle-induced DNA damages for kilovoltage X-ray irradiation in a xenograft mouse model using TOPAS-nBio. Cancer Nanotechnology, 2001.

[6] N. E. Martín, M. Sofo Haro, M. Valente. Caracterización de la respuesta del espectrómetro AMPTEK XR-100-CdTe mediente simulación Monte Carlo con el código PENELOPE. Anales AFA. Vol. 33, 2022.

Poster ID: **FM-8**

Estimación teórica y computacional del *Stopping Power* para electrones y protones de un dosímetro PAGAT infundido con nanopartículas de oro en rango energético de aplicaciones terapéuticas

Salinas Domján C^{1 2}, Mattea F^{2 3 4}, Romero M^{2 3 4}, Valente M^{1 2 5}

¹ Instituto de Física Enrique Gaviola (IFEG)

² Facultad de Matemática Astronomía, Física y Computación (FAMAF), Laboratorio de Investigación e Instrumentación en Física Aplicada a la Medicina e Imágenes por Rayos X, LIIFAMIRx

³ Facultad de Ciencias Químicas (FCQ), Departamento de Química Orgánica

⁴ Instituto de Investigación y Desarrollo en Ingeniería de Procesos y Química Aplicada (IPQA)

⁵ Universidad de la Frontera (UFRO), Centro de Excelencia de Física e Ingeniería en Medicina, CFIS y Depto. de Ciencias Físicas

Durante los últimos años, la necesidad de conocer de manera precisa el poder de frenado o *Stopping Power* (SP) de diversos medios materiales se ha incrementado significativamente acompañando al constante avance en aplicaciones de las radiaciones ionizantes en diversas áreas tecnológicas y de investigación. El conocimiento del SP resulta particularmente relevante en el ámbito de la física aplicada a la medicina, visto que representa una de las cantidades físicas fundamentales que permiten evaluar efectos dosimétricos y el grado de equivalencia entre materiales frente a la radiación ionizante. En este sentido, se dispone de nutrida literatura dedicada a su estudio, determinación experimental, cálculo y/o empleo [1, 2, 3]. Entonces, resulta imperioso conocer el SP para la determinación de equivalencia al agua para dosímetros de gel polimérico o PGD, los cuales representan uno de los sistemas de dosimetría más relevantes de la actualidad dadas las ventajas que ofrecen [4, 5] junto a la relativa facilidad de modificación y diseño que permiten para fines específicos, entre lo que se incluyen la infusión con nanopartículas de alto número atómico brindando capacidades teranósticas, a la vez que modifican la respuesta radiosensible, como se demuestra en trabajos recientes [6, 7]. El presen-

te trabajo estudia el comportamiento del SP de un sistema de dosimetría por gel polimérico de tipo PAGAT, infundido con nanopartículas de alto número atómico (Au) con una concentración de 1% en masa. El estudio se realiza para diferentes energías de haces de electrones y protones dentro de rangos de aplicaciones terapéuticas, inicialmente con una estimación teórica y posteriormente mediante el empleo de técnicas de simulación con código Monte Carlo: PENELOPE en el caso de electrones, y FLUKA en el caso de protones. Los resultados obtenidos de manera analítica muestran un comportamiento promisorio para sistemas agua-equivalente, mientras que los resultados por simulación se presentan acorde a datos previamente reportados, observándose una mejora en la correspondencia para modelos que calculan el camino neto recorrido en lugar de aproximar por el espesor de la muestra en analogía a la configuración experimental.

- [1] H. Osman and H. Gümüs. Stopping power and CSDA range calculations of electrons and positrons over the 20ev –1Gev energy range in some water equivalent polymer gel dosimeters. *Applied Radiation and Isotopes*, 179, 2022.
- [2] H. Gümüs. Positron csda range and stopping power calculations in some human body tissues by using lenz jensen atomic screening function. *Radiation Physics and Chemistry*, 196, 2022.
- [3] M. Usta and M. Çağatay Tufan. Stopping power and range calculations in human tissues by using the hartree-fock-roothaan wave functions. *Radiation Physics and Chemistry*, 140, 2017.
- [4] M. Valente, J. Vedelago, D. Chacón, F. Mattea, J. Velásquez, and P. Pérez. Water-equivalence of gel dosimeters for radiology medical imaging. *Applied Radiation and Isotopes*, 141, 2018.
- [5] J. Vedelago. Sistemas avanzados para dosimetría de radiación ionizante. Tesis Doctoral en Física, Universidad Nacional de Córdoba; dirigido por Dr. Mauro Valente y Dr. Facundo Mattea, 2019.
- [6] M. A. Macchione, S. Lechón Páez, M. C. Strumia, M. Valente and F. Mattea. Chemical overview of gel dosimetry systems: A comprehensive review. *Gels*, 8, 2022.
- [7] A. Gayol, F. Malano, C. Ribo Montenovo, P. Pérez, and M. Valente. Dosimetry effects due to the presence of fe nanoparticles for potential combination of hyperthermic cancer treatment with MRI-based image-guided radiotherapy. *International Journal of Molecular Science*, 24, 2023.

Poster ID: **FM-9**

Marcapasos imitador de la variabilidad del ritmo cardíaco

Jorge Tasé D A¹, Garavaglia L², Irurzun I M¹, Defeo M M³

¹ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Centro de Simulación

Computacional

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Centro de Investigaciones Ópticas

³ Hospital Interzonal de Agudos Rodolfo Rossi

La estimulación cardíaca es un procedimiento terapéutico ampliamente conocido que permite aumentar la supervivencia, mejorar la calidad de vida y tratar arritmias cardíacas en pacientes mediante dispositivos que estimulan eléctricamente al corazón. El objetivo es lograr una estimulación lo más fisiológica posible, que mantenga la sincronía auriculoventricular (AV), la secuencia de la activación ventricular y la adaptación de la frecuencia cardíaca a las necesidades del organismo. Pero hay otro aspecto característico del ritmo cardíaco que aún no ha sido implementado en los marcapasos: la variabilidad rítmica que impone el sistema nervioso autónomo sobre la actividad cardíaca, principalmente sobre el nodo sinusal. La importancia de esta variabilidad para mantener el equilibrio homeostático del corazón frente a múltiples estímulos externos e internos es reconocida. Actualmente con el desarrollo de dispositivos capaces de detectar la actividad cardíaca y con la posibilidad de la programación no invasiva, la introducción de la variabilidad del ritmo cardíaco, incluso en conjunción con los sensores de actividad del paciente, es una posibilidad que puede afrontarse con buenas expectativas. En este trabajo presentamos un modelo de marcapasos imitador de la variabilidad de la frecuencia cardíaca, Patentado en Argentina en el año 2022.

Poster ID: FM-10

Sensor para sonidos cardíacos basado en un Elemento Piezoeléctrico y un Preamplificador con Alimentación Fantasma

Garavaglia L¹, Jorge Tasé D A², Irurzun I M²

¹ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Centro de Investigaciones Ópticas

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Centro de Simulación Computacional

La auscultación cardíaca es un procedimiento clínico que consiste en escuchar y evaluar el estado normal o patológico de sonidos producidos en el corazón. Se puede hacer directamente colocando la oreja en el pecho del paciente o indirectamente usando un estetoscopio. La capacidad diagnóstica que se logra con el uso de estetoscopios tradicionales depende en gran medida del juicio subjetivo de los médicos. En los últimos años se ha comenzado gradualmente a utilizar estetoscopios electrónicos. Este dispositivo convierte las señales sonoras del corazón en señales eléctricas, que se amplifican y se digitalizan para su posterior procesamiento. El estetoscopio electrónico más utilizado y comercialmente disponible en algunos países se basa en un estetoscopio tradicional que lleva incorporado

un pequeño micrófono que es excitado por las variaciones de presión que ocurren dentro del cuerpo o campana del estetoscopio. Por otro lado, los llamados micrófonos de contacto se utilizan también para la auscultación cardíaca, estando su uso mayormente limitado al ámbito científico tecnológico experimental y no suelen estar comercialmente disponibles. Los elementos piezoelectricos se utilizan para construir micrófonos de contacto y entre sus ventajas puede mencionarse su bajo costo, su reducido tamaño y peso, y su estabilidad frente a variaciones de temperatura y humedad. Sin embargo, para obtener la mejor calidad posible en el registro de la señal es crucial un apropiado diseño del circuito acondicionador o preamplificador. Un sensor de contacto para sonidos cardiacos es adecuado para estar colocado en un sujeto o paciente durante largos períodos de tiempo a diferencia de un típico estetoscopio electrónico o tradicional.

Nuestro proyecto es desarrollar un dispositivo que detecte, almacene y analice la señal del sonido cardíaco durante largos periodos de tiempo. El desarrollo de un dispositivo de este tipo permitirá, por ejemplo, detectar eventos patológicos poco frecuentes o los asociados con desequilibrios autonómicos durante la noche, durante el sueño, etc. La auscultación a largo plazo puede generar nuevas posibilidades de exploración médica. En este trabajo se propone el desarrollo de un sensor pequeño y liviano para ser utilizado por largos períodos de tiempo, de forma ambulatoria.

Poster ID: **FM-11**

Diseño experimental para la determinación del target sensorial en un experimento de sincronización sensomotora

García Lodi P¹ ², Correa Morales T¹ ², Spiousas I⁴ ³, Laje R¹ ⁴

¹ Universidad Nacional de Quilmes (UNQ)

² Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN), Departamento de Física, UBA

³ Laboratorio Interdisciplinario del Tiempo y la Experiencia, UdeSA

⁴ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

El cerebro interactúa con un cuerpo cuya dinámica espaciotemporal se desarrolla en el mundo físico. Los aspectos espaciales de dicha interacción son bien conocidos pero los aspectos temporales no, y en particular falta entendimiento sobre cómo el cerebro procesa la información temporal en las escalas intermedias (centenas de milisegundos). En este proyecto nos proponemos realizar y analizar experimentos de “paced finger tapping”, la tarea de golpetear con el dedo en sincronía con una secuencia periódica de estímulos auditivos. A pesar de su aparente simplicidad, esta tarea involucra diversos procesos neurales fundamentalmente temporales como predicción de eventos futuros, estimación/comparación de intervalos y producción de patrones temporales. Al conjunto de dichos procesos se lo conoce como el mecanismo de corrección del error y es lo que permite a una persona mantener-

se en sincronía. Una fuente importante de información sensorial relacionada a la performance proviene del propio golpe del dedo. Dicha información táctil es comparada con la ocurrencia del estímulo correspondiente y cualquier diferencia sirve de entrada para el mecanismo de corrección del error. Sin embargo, cada golpe del dedo durante un experimento de finger tapping no es instantáneo sino que tiene una duración de varias decenas de milisegundos. Además, la fuerza de contacto durante cada golpe individual muestra dos picos bien diferenciados: uno cuando ocurre el contacto inicial y otro más tardío y ancho relacionado a la inercia del dedo. La pregunta que guía a este trabajo es la siguiente: ¿Es posible determinar si alguno de los dos picos es el objetivo sensorial que la persona utiliza para sincronizarse? En este trabajo presentamos un diseño y manipulación experimental con desarrollo de hardware y software asociados que nos permitirá responderla.

Poster ID: [FM-12]

Coeficiente funcional de movilidad: fórmula en Excel para calcularlo

Muñoz Mombru J S¹, Muñoz J S²

¹ Universidad Tecnológica Nacional (UTN), Ingeniería Mecánica

² Universidad Nacional de Gral. San Martín (UNSAM), Instituto de Ciencias de la Rehabilitación y el Movimiento

El coeficiente funcional de movilidad (CFM) fue propuesto en la década de 1950 por el francés Christian Rocher, jefe de clínica quirúrgica y ortopédica. Es una cantidad adimensional cuyo valor representa el porcentaje de funcionalidad de una determinada articulación del cuerpo humano con respecto a un valor del 100 [1] Rocher Ch., Rigaud, A. (1956). Fonctions et bilan articulaires. Masson.

Poster ID: [FM-13]

Evaluación de las rotaciones en radiocirugía por medio de un test de Winston-Lutz fuera del eje

Rojas-lópez J A¹, Venencia C D², Chesta M A¹

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

² Instituto Zunino (IZ), Instituto Zunino - Fundación Marie Curie

En este estudio comparamos la precisión de la prueba de Winston-Lutz (WL) fuera del eje para metástasis cerebrales múltiples en dos versiones de ExacTrac: versión 6.0 y Dynamic en el mismo linac (TrueBeam STx) aplicando rotaciones de hasta 1º sexagesimal. Se utilizó un maniquí impreso en 3D (RTsafe, Atenas, Grecia) basado en un conjunto de imágenes tomográficas de un paciente. Nueve fiduciales metálicos fueron insertados en el maniquí. Para cada target se diseñó un test WL fuera del eje con ocho combinaciones diferentes de gantry/colimador/mesa. El maniquí se colocó usando diferentes versiones de ExacTrac en el mismo linac.

Se introdujeron errores de posicionamiento de 0.5° y 1° en los tres ejes de rotación (roll/yaw/pitch) y se analizaron las desviaciones. ExacTrac Dynamic indicó mayor precisión en los valores para todos los objetivos sin importar la distancia al isocentro. En términos de la dirección en la que se aplicaron los errores de rotación, éstos impactan en el desplazamiento final del objetivo significativamente. Las direcciones roll y yaw presentaron los mayores desplazamientos. Finalmente, el orden en que se aplican las rotaciones cambia la ubicación final del objetivo. Para un objetivo ubicado a 61 mm del isocentro, realizar rotaciones de 0.5° en el orden roll/pitch/yaw y yaw/roll/pitch produjo desplazamientos de 1.18 y 0.93 mm, respectivamente. Este efecto ocurre en radiocirugía y actualmente no está siendo contemplado. En este trabajo se pone de manifiesto la necesidad de evaluar con precisión los desplazamientos rotacionales en radiocirugía. La corrección realizada por ExacTrac Dynamic es más precisa que la versión v6.0. Esta versión es más sensible al efecto de errores rotacionales de posicionamiento. Se determinó experimentalmente que el orden en que son realizadas las rotaciones presenta diferentes desplazamientos en los targets.

Poster ID: **FM-14**

Control de calidad en mamografía de un Hospital Público de la ciudad de La Plata

Aman E H¹, Vecchioli S¹, Taube M¹, López R^{1,2}, Andisco D^{1,2}, Corti A^{1,3}

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

² Instituto Nacional del Cáncer (INC)

³ Instituto de Investigaciones Fisicoquímicas Teóricas y Aplicadas (INIFTA)

La mamografía es una técnica de diagnóstico por imágenes que utiliza dosis bajas de radiación ionizante para poder estudiar la estructura mamaria, ayudando de esa manera, a la detección temprana del cáncer de mama y al diagnóstico de diferentes enfermedades. Al ser un estudio de screening poblacional y teniendo en cuenta que las pacientes se lo realizan en promedio una vez por año, es sumamente importante que se realicen los controles de calidad (CC) correspondientes a estos equipos, con el fin de garantizar su correcto funcionamiento. Por todo esto, como parte de un trabajo conjunto entre la UNLP y el Hospital Interzonal General de Agudos Profesor Dr. Rodolfo Rossi, se realizó el CC del mamógrafo Philips, modelo AF de dicho hospital.

El CC es un procedimiento que consta de distintas evaluaciones tanto del equipo como del servicio, entre las que se pueden mencionar la inspección visual de la sala, la verificación de la tensión del tubo de rayos X y su reproducibilidad, la resolución espacial entre otros. Estas mediciones son indicadores de cómo está operando el equipo y de su capacidad para generar imágenes diagnósticas.

Lamentablemente, debido a que solamente existen recomendaciones y no existen leyes reguladoras en nuestro país, muchos centros médicos no realizan dichos ensayos. Realizar controles de calidad tiene una relación directa con garantizar que las imágenes sean de calidad diagnóstica y también con asegurar el correcto funcionamiento del equipo, cuidar la salud de las pacientes y la de los/as trabajadores/as. Parte del rol del físico médico es generar espacios de difusión y concientización en el empleo de radiaciones ionizantes. Por esto, en este trabajo realizado por alumnos como parte de una materia de grado de la Licenciatura en Física Médica, se presentan algunos puntos claves a la hora de realizar los controles de calidad de un mamógrafo para conseguir las condiciones óptimas de trabajo de los equipos, tomando como referencia las medidas realizadas en el Hospital Público de la ciudad de La Plata y las recomendaciones brindadas por el Organismo Internacional de Energía Atómica (IAEA).

Poster ID: **[FM-15]**

Desarrollo de nuevos materiales como blindaje para radiaciones ionizantes utilizando residuos de acería

Menéndez M D C¹, Gallegos M V², Corti A¹³, Damonte L¹⁴

¹ Universidad Nacional de La Plata (UNLP), Facultad de Ciencias Exactas (FCE), LaDoPro (Laboratorio de Dosimetría y Protección radiológica)

² Centro de Investigación y Desarrollo en Ciencias Aplicadas (CINDECA)

³ Instituto de Investigaciones Fisicoquímicas Teóricas y Aplicadas (INIFTA)

⁴ Instituto de Física de La Plata (IFLP)

En los últimos años, el desarrollo científico y tecnológico en el uso de Radiaciones Ionizantes (RI) con fines médicos ha experimentado un notable aumento. Aunque esto ha traído consigo múltiples beneficios, también ha generado preocupación debido a los riesgos asociados a la salud de las personas expuestas y al ambiente. Para minimizar la dosis de irradiación externa a la que están expuestas las personas en prácticas médicas, existen algunas opciones como aumentar la distancia desde la fuente o reducir el tiempo de exposición. Sin embargo, en ciertos casos, estas opciones no son factibles. En tales situaciones, una de las alternativas apropiadas para reducir la dosis de irradiación externa es el uso de blindajes. Los blindajes consisten en interponer un material adecuado entre la fuente de radiación y las personas para atenuar la dosis recibida y asegurar la Protección Radiológica (PR) del personal ocupacionalmente expuesto, del público y del ambiente. Existen dos tipos de blindajes: los localizados y los estructurales, y su composición puede variar según el tipo de radiación, la energía de la misma, la práctica médica y el presupuesto disponible en el centro de salud. Históricamente, el plomo (Pb) ha sido el material más utilizado para el blindaje de rayos X y radiación gamma debido a su alto número atómico (Z=82) y alta densidad (11,4gr/cm³). Sin em-

bargo, la desventaja de este material radica en su toxicidad, que puede provocar graves efectos a largo plazo tanto en el ambiente como en la salud humana. Por esta razón, se ha buscado desarrollar nuevos materiales de protección que sean livianos, flexibles, de bajo costo y no tóxicos. En este contexto, el presente trabajo se enfoca en la fabricación de absorbentes de diferentes espesores y composiciones a partir de residuos de la industria metalúrgica. El objetivo es contribuir a la recuperación de metales y a la reducción del impacto ambiental de dichos residuos. En una segunda etapa, se evaluará la eficiencia de estos nuevos materiales como absorbentes de las RI mediante espectroscopia gamma simple. De esta manera, este estudio pretende promover la sostenibilidad y la conservación de recursos al reutilizar materiales y minimizar el impacto negativo en el medio ambiente.

Poster ID: **FM-16**

Empleo de matrices de excitación/emisión de auto-fluorescencia de orina para el diagnóstico de enfermedades oncológicas. Influencia de las regiones especales seleccionadas y de la relación S/N sobre el poder de clasificación del análisis discriminante lineal.

Corti A¹, Pasquale M A¹, García Einschlag F S¹

¹ Instituto de Investigaciones Fisicoquímicas Teóricas y Aplicadas (INIFTA)

La composición de los fluidos humanos se modifica durante el curso de una enfermedad neoplásica. Siendo que el análisis de orina ofrece las ventajas de ser un método completamente no invasivo, cuya recolección de muestras es sumamente sencilla, es el candidato ideal para desarrollar un método diagnóstico que pueda servir de screening poblacional. En esta línea, se ha estudiado previamente la capacidad de la autofluorescencia de la orina para desarrollar un procedimiento de diagnóstico que contribuya a la detección de enfermedades neoplásicas, habiendo obtenidos excelentes resultados con espectros de emisión a una única longitud de onda de excitación. Con el objetivo de profundizar el estudio previo, realizado empleando espectros de emisión a una única longitud de onda de excitación ($\lambda_{Ex} = 405$ nm), se extendió el rango espectral de estudio incorporando matrices de emisión/excitación (MEE) que fueron registradas empleando intervalos de longitudes de onda relativamente amplios en ambos modos (λ_{Ex} 275-450, λ_{Em} 300-600 nm). En el presente trabajo se analizan las MEE de fluorescencia de orina de 36 voluntarios sanos y 39 de individuos con patologías oncológicas. A fin de minimizar los efectos de filtro interno en todo el rango de análisis espectral y evitar efectos no lineales en las señales a procesar, fue necesario un pre-tratamiento de las muestras que implicó grandes diluciones. Como consecuencia, ciertas zonas de las EEM estudiadas presentaron una relación señal ruido sustancialmente menor que

otras. El procesamiento de la información espectroscópica correspondiente a las diferentes muestras se realizó aplicando el Análisis Discriminante Lineal de Fisher y las proyecciones de cada población sobre el primer eje discriminante fueron evaluadas mediante procedimientos estadísticos apropiados a fin de determinar las longitudes de onda más adecuadas para el estudio. En este contexto, la capacidad de clasificación de la información contenida en las MEE se analizó utilizando diferentes criterios que incluyeron: **i)** los espectros de excitación para diferentes λ_{Em} , **ii)** los espectros de emisión para diferentes λ_{Ex} , **iii)** diferentes subregiones no solapadas de las EMM y **iv)** el rango espectral completo de longitudes de onda de excitación y emisión. En todos casos se compararon los valores obtenidos para la relación señal/ruido y el área bajo la curva ROC (AUC) como estimadores del poder de clasificación del test. Finalmente, para estudiar el impacto del error experimental sobre el poder de clasificación se repitieron los análisis descriptos empleando MEE obtenidas luego de filtrar numéricamente la MEE experimental. Para el filtrado numérico se aplicó el algoritmo de Savitzky-Golay con diferentes órdenes de polinomio y anchos de intervalo. Los resultados se compararon con los obtenidos a partir de la MEE sin filtrar. Del trabajo realizado se concluye que no todas las regiones de la MEE son igualmente apropiadas para la clasificación de las poblaciones y que el error experimental tiene impacto muy significativo sobre la robustez de las predicciones realizadas con algoritmo LDA.

Poster ID: **FM-17**

Estimación de mapas de dosis para Terapia por Captura Neutrónica en Boro basada en redes neuronales artificiales

Marzik G^{1 2}, Capoulat M E^{1 2 3}, Kreiner A J^{1 2 3}, Minsky D M^{1 2 3}

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

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

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

La Terapia por Captura Neutrónica en Boro (BNCT, por sus siglas en inglés) es una alternativa prometedora para el tratamiento de tumores radioresistentes, o para casos en los cuales los tratamientos convencionales son de índole paliativo o mutilantes. El proceso consiste en el suministro de una droga portadora del isótopo ^{10}B , que tiene cierta afinidad por las células tumorales y alta sección eficaz de captura de neutrones térmicos. En una segunda etapa se irradia al paciente con un haz de neutrones de una energía acorde a la profundidad del tumor a tratar. Este haz interactúa con el isótopo ^{10}B generando una reacción nuclear $^{10}B(n,\alpha)^7Li$ dentro de la célula tumoral, emitiendo radiación muy energética y localizada que daña únicamente a la célula y a su proximidad. Se produce además una dosis inespecífica debida a otras interacciones de los neutrones y los foto-

nes secundarios que podría afectar a los tejidos sanos. Previo al tratamiento, es necesario hacer un cálculo dosimétrico para obtener los mapas de dosis tanto a tejidos sanos como tumorales y determinar la configuración del haz de neutrones que maximice la probabilidad de control tumoral y minimice los efectos secundarios. Dichos mapas se estiman actualmente mediante simulaciones de transporte neutrónico basadas en Monte Carlo. El elevado costo computacional y el tiempo requerido para obtener simulaciones con bajo error estadístico impide el estudio a gran escala para obtener la mejor configuración para un paciente particular. Asimismo, los mismos motivos impiden realizar este estudio para varios pacientes diariamente, como se intentaría en un centro médico. Este es uno de los desafíos que se debe enfrentar si se desea que BNCT se establezca como una alternativa real para tratamientos contra el cáncer. El presente trabajo propone reemplazar las simulaciones basadas en Monte Carlo por cálculos con redes neuronales artificiales, trasladando el tiempo de cómputo al entrenamiento de la red, reduciendo los tiempos de inferencia y sin detrimento en la calidad de las simulaciones obtenidas. Se realiza una evaluación basada en el error absoluto medio para confirmar la calidad de los mapas de dosis obtenidos por la red, tomando como referencia simulaciones con bajo error estadístico realizadas mediante métodos tradicionales, además de un análisis del tiempo de inferencia para confirmar la utilidad del método propuesto.

Poster ID: **FM-18**

Sensitización termoluminiscente de topacio sintético con interés en dosimetría

Sala Crist A M¹, Santiago M¹, Massa J², Marcazzó J¹

¹ Instituto de Física Arroyo Seco (IFAS), Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNICEN)

² Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNICEN)

Cuando un material aislante o semiconductor recibe radiación ionizante, las cargas excitadas por dicha radiación pueden quedar atrapadas en centros metaestables. Estas cargas son posteriormente estimuladas térmicamente y las mismas se recombinan emitiendo luz, lo que da lugar al fenómeno conocido como termoluminiscencia (TL) [1]. En general es posible relacionar la intensidad de la señal luminiscente con la dosis recibida, y en estos casos el material puede resultar útil para realizar dosimetría.

En este trabajo se presentan resultados complementarios a estudios previos de las propiedades TL del topacio sintético $Al_2SiO_4(OH, F)_2$ [2]. En particular, se observan dos nuevos fenómenos en la respuesta luminiscente del topacio: la sensitización de la señal TL ante la exposición a radiación ionizante y la supralinealidad de su respuesta en dosis. En este trabajo se proponen diferentes modelos

para comprender los procesos físicos implicados en dicho fenómenos y poder así optimizar su aplicación en dosimetría.

- [1] A. J. J. Bos, Theory of thermoluminescence. *Radiation Measurements* 41 (2007) S45 – S56.
- [2] E. Trujillo-Vázquez, M.I. Pech-Canul, J. Marcazzó. Thermoluminescent characterization of Al_2O_3 -derived synthetic topaz. *Journal of Alloys and Compounds* 689 (2016) 500-506.

Poster ID: **FM-19**

Evaluación preliminar del MgO:Eu,Li como centellador para dosimetría por fibra óptica en LINAC

Fernández Y^{1,2}, Martínez N^{1,2}, Orante Barrón V³, Marcazzó J^{1,2}, Santiago M^{1,2}

¹ Instituto de Física Arroyo Seco (IFAS), (UNCPBA)

² Centro de Investigaciones en Física e Ingeniería del Centro de la Provincia de Buenos Aires (CIFICEN), (UNCPBA – CICPBA – CONICET)

³ Departamento de Investigación en Polímeros y Materiales, Universidad de Sonora, Hermosillo, México

La dosimetría in vivo es aquella en la que se mide directamente la dosis que recibe un paciente con cáncer durante un tratamiento radiante. El objetivo es verificar que el tratamiento se lleve a cabo según lo planificado. De esta manera, es útil para monitorear tanto que la dosis administrada es la adecuada, como para detectar varios errores de manera temprana en el curso del tratamiento. Inclusive cuando no se detectan errores, las mediciones in vivo proveen un registro de los tratamientos, confirmando que la dosis fue entregada de manera correcta dentro de la tolerancia esperada. [1]

Una técnica que permite medir dosis in vivo y en tiempo real es la dosimetría por fibra óptica (DFO). La DFO se basa en el uso de un centellador submilimétrico acoplado al extremo de una fibra óptica (FO). La luz emitida por el centellador mientras es irradiado es transmitida por la FO hasta su otro extremo, donde un fotodetector mide su intensidad como una estimación indirecta de la tasa de dosis absorbida por el centellador. La DFO posee varias ventajas: permite mediciones en tiempo real con resolución submilimétrica, posee resistencia mecánica adaptada a contextos clínicos, no es afectada por campos electromagnéticos y no requiere conexiones eléctricas en contacto con el paciente.

A partir de pruebas realizadas en Laboratorio, el MgO:Eu,Li ha demostrado tener características promisorias para su uso clínico como centellador para DFO.

En este trabajo se estudia de manera preliminar la factibilidad de usar MgO:Eu,Li como centellador para DFO, a través de mediciones en condiciones clínicas. Se miden experimentalmente las curvas de porcentaje de dosis en profundidad (PDD) para diferentes tamaños de campo (TC), la relación tejido-fantoma

(TPR 20-10) y la dependencia con la dosis acumulada bajo irradiación con fotones de 6MV (LINAC). Dichos resultados son comparados con una cámara de ionización PinPoint. Las muestras de MgO:Eu,Li que se utilizaron fueron preparadas en solución de hexahidrato de nitrato de magnesio Mg (NO₃)₂ 6H₂O agregando iones trivalentes de Eu y Li como nitratos a la solución inicial [2].

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

[2] Barrón, V. R. O., Ochoa, F. M. E., Vazquez, C. C., y Bernal, R. (2016). Thermoluminescence of novel MgO-CeO₂ obtained by a glycine-based solution combustion method. Applied Radiation and Isotopes, 117:86-90.

Poster ID: **FM-20**

Desempeño de conectores estándar tipo SMA como acople de fibras ópticas plásticas en dosimetría por fibra óptica

Barcelona Hipperdinger M¹, Fernández Y^{1,2}, Marcazzó J^{1,2}, Santiago M^{1,2}

¹ Instituto de Física Arroyo Seco (IFAS), (UNCPBA)

² Centro de Investigaciones en Física e Ingeniería del Centro de la Provincia de Buenos Aires (CIFICEN), (UNCPBA – CICPBA – CONICET)

Las técnicas para el tratamiento del cáncer por radioterapia han evolucionado a pasos acelerados en los últimos años y requieren de sistemas dosimétricos en tiempo real y alta resolución espacial, que permitan verificar la correcta administración de los tratamientos raditantes [1]. Una técnica adecuada para estos fines es la dosimetría por fibra óptica (DFO). La DFO se basa en el uso de un centellador submilimétrico acoplado al extremo de una fibra óptica (FO). La señal de centelleo emitida durante la irradiación es guiada por la FO hasta el otro extremo de la FO, donde un detector de luz mide su intensidad como una estimación indirecta de la tasa de dosis absorbida por el centellador. La DFO posee varias ventajas con respecto a otros sistemas: estimación de tasa de dosis en tiempo real, resolución submilimétrica, resistencia mecánica adecuada a contextos clínicos e independencia de campos electromagnéticos. Además, no requiere conexiones eléctricas en cercanía del paciente.

De manera general, en el marco de la DFO se han utilizado fibras ópticas plásticas (FOP) para guiar la luz del centellador, debido a que este tipo de fibras ópticas produce menores perturbaciones al campo de irradiación que las fibras de sílica [2]. Al mismo tiempo, para acoplar tramos de FOP entre sí o al fotodetector se ha recurrido a acoplos estándar SMA metálicos tipo bayoneta. Estos acoplos están diseñados para transmitir señales de tipo digital en redes intranet, y no señales analógicas. En este contexto, resulta de interés estudiar el desempeño de este tipo de acoplos en la transmisión de las señales analógicas en una FOP.

En este trabajo se utilizó una FOP de polimetilmetacrilato (PMMA) Mitsu-

bishi ESKA SH-4001 de tres metros de longitud. Se estudió el efecto del pulido sucesivo del extremo de la FOP sobre su transmitancia, las fluctuaciones en la transmitancia dependientes de factores mecánicos del sistema de bayoneta SMA y la influencia del uso de gel óptico para acople de índice de refracción. Los resultados obtenidos con los conectores metálicos SMA se compararon con el uso de conectores plásticos estándar.

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

[2] Ayotte, G., Archambault, L., Gingras, L., Lacroix, F., Beddar, A.S., Beau-lieu, L., 2006. Surface preparation and coupling in plastic scintillator dosimetry: Coupling in scintillation dosimetry. Med. Phys. 33, 3519–3525.

Física nuclear

Charlas

Jueves 21 de 14:00 a 14:20

Rectorado UNS - Sala Bergé Vila

Representación espectral con autovalores complejos para describir sistemas nucleares abiertos

Diruscio D¹, Id Betan R M¹

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

El estudio de las propiedades de los núcleos atómicos en el marco del modelos de capas requiere de una representación o base.

Por ejemplo, para núcleos fuertemente ligados, como aquellos en la vecindad de la línea de estabilidad beta, los autoestados del oscilador armónico resultan una base o representación conveniente. Las funciones expandidas por esta base muestran un decrecimiento rápido de la densidad de masa, lo cual es consistente con la fuerte localización de los nucleones. Por otro lado, sistemas débilmente ligados tienen una fuerte correlación con el espectro continuo de energía y su comportamiento asintótico muestra un decrecimiento muy suave, de carácter exponencial, que suele extenderse muy lejos del radio nuclear.

Las resonancias son estados localizados dentro del radio nuclear y con densidad apreciable más allá de él. Las resonancias, definidas como polos de la matriz de dispersión, pueden formar parte de una representación al mismo nivel que los estados ligados. A diferencia de estos últimos, las resonancias corresponden a soluciones de la ecuación de Schrödinger con condiciones asintóticas puramente saliente y energía compleja.

La base que incluye estados ligados, resonancias y un continuo de estados de dispersión con energía compleja se denomina representación de Berggren. También, el uso de la misma tiene como resultado la aparición de valores medios complejos para observables.

En el presente trabajo se estudia esta representación y se discuten las consecuencias de su uso, así como se muestran e interpretan resultados numéricos para valores medios de ciertos observables.

Contacto: Duilio Diruscio, duilio_rey@hotmail.com

Esta charla también se presenta como poster con el ID: FN-1

Jueves 21 de 14:20 a 14:40

Rectorado UNS - Sala Bergé Vila

Inclusión de estados resonantes en bases de partícula simple

Gerdau F N^{1 2}, Id Betan R M^{1 2 3}

¹ Instituto de Física Rosario (IFIR)

² Instituto de Estudios Nucleares y Radiaciones Ionizantes (IENRI)

³ Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura (FCEIA)

Las resonancias, también conocidas como estados de Gamow, son soluciones particulares de la ecuación de Schrödinger de un solo cuerpo, que poseen condición de contorno puramente saliente. En 1968, T. Berggren propuso un método para utilizar estos estados de manera similar a los estados ligados.

Sin embargo, surge un problema al realizar el producto interno considerando una resonancia, ya que el resultado obtenido no es finito, lo que impide obtener un factor de normalización. Para abordar esta situación, es necesario emplear un método de regularización específico para este tipo de integrales.

Berggren utilizó un método propuesto por Zel'Dovich, pero en este trabajo presentamos otro enfoque llamado Rotación Compleja. Este método implica cambiar el camino de integración del eje real a un camino complejo. En nuestra investigación, se presentan ambos métodos de regularización con ejemplos e ilustraciones, y se aplican al cálculo del operador r^2 .

Contacto: Franco Nicolas Gerdau, fn.gerdau@gmail.com

Esta charla también se presenta como poster con el ID: FN-2

Jueves 21 de 14:40 a 15:00

Rectorado UNS - Sala Bergé Vila

Determinación por AMS del contenido de carbono biobasado en productos de la industria argentina

Paredes Gramegna L A¹

¹ Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Centro de Espectrometría de Masas con Acelerador (CEMA)

Hechos con materias primas renovables, los productos biobasados constituyen una estrategia viable para la mitigación del cambio climático y la sustitución de los productos de origen fósil. Con el propósito de fomentar la oferta y la demanda de los productos biobasados, el Estado Argentino lanzó el Sello Bioproducto Argentino, una etiqueta que permite identificarlos en el mercado.

El contenido de carbono biobasado es la fracción de carbono orgánico que proviene de materias primas renovables. A través de la medición de los isótopos del carbono, la espectrometría de masas con acelerador (AMS) proporciona un método analítico eficaz para la determinación del contenido de carbono biobasado. Sólo

aquellos productos con suficiente contenido de carbono biobasado pueden obtener el sello para exportación.

Dieciséis muestras de productos fabricados por la industria argentina fueron grafitados y analizados por AMS en el Centro Nacional de Aceleradores. Se presentan los resultados obtenidos.

Contacto: Leandro Ariel Paredes gramegna, lparedesgramegna@gmail.com

Esta charla también se presenta como poster con el ID: FN-3

Jueves 21 de 15:00 a 15:20

Rectorado UNS - Sala Bergé Vila

Estudio del efecto de coincidencias múltiples en el espectro de una fuente puntual de ^{22}Na debido a la influencia de los fotones de aniquilación

González E R¹, Grad G B¹, Bonzi E V¹

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

Cuando se mide la actividad de una fuente de ^{22}Na , con un detector de GeHP de configuración vertical y simulaciones MC, se observa una discrepancia entre los valores de la actividad determinados con el fotopico de la línea de energía de 1274.57 keV y los obtenidos con los fotopicos de aniquilación y con el pico suma. Esta discrepancia, puede deberse en principio a la influencia de la interacción simultánea del fotón gamma de 1274.57 keV emitido tras la desexcitación del núcleo residual de ^{22}Ne con uno de los fotones de aniquilación del positrón o bien, a una interacción parcial simultánea con los dos fotones de aniquilación. Dado que los fotones de aniquilación, salen o son creados en direcciones opuestas, la probabilidad de que entreguen toda su energía simultáneamente al detector es prácticamente nula; no obstante, es posible la entrega parcial de sus energías al detector. Este efecto, puede quitar cuentas a los respectivos fotopicos y evaluar su importancia en la determinación de la actividad, es uno de los objetivos del presente trabajo. Por otro lado, a la hora de simular el espectro de isótopos que son emisores de positrones como es el caso del ^{22}Na surge el problema de que el pico de aniquilación y el pico suma, como así también, sus espectros correspondientes, presentan un ensanchamiento extra debido al efecto Doppler producido en la aniquilación llamado “*Ensanchamiento Doppler de la línea de aniquilación*” que, por ende, afecta a los parámetros de convolución del espectro generado por dichos fotones. Surge así, el problema de cómo convolucionar los espectros simulados de modo de tomar en cuenta el mencionado efecto. En este trabajo, hemos ideado y aplicado un criterio para convolucionar espectros simulados en los que intervienen fotones de aniquilación y hemos obtenido los espectros de doble y triple coincidencia, los

hemos sumado, ajustado y comparado con el espectro medido. También, hemos obtenido la actividad de la fuente con estas condiciones. Los resultados obtenidos son aceptables.

Contacto: Enrique Gonzalez, engonzal@famaf.unc.edu.ar

Jueves 21 de 15:20 a 15:40

Rectorado UNS - Sala Bergé Vila

Determinación de la concentración de actividad de una solución de Zn-65

Balpardo C¹, Depaoli E¹, Rossi M¹, Perez F¹, Arenillas P¹, Ferrari M C¹, Zapata L¹, De Matteis N¹

¹ Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Laboratorio de Metrología de Radioisótopos

La generación y mantenimiento de estándares radiactivos es uno de los objetivos más importantes de la Metrología y una de las misiones prioritarias del Laboratorio de Metrología de Radioisótopos en su rol de Laboratorio Nacional de Referencia. Entre los estándares radiactivos se destacan los patrones primarios, es decir aquellos que han sido producidos sin intervención de otro patrón. En el caso de la unidad de tasa de desintegración, la Actividad, los métodos para la producción de este tipo de patrones se conocen como *métodos absolutos* y su implementación para el caso particular de un radionucleido, *estandarización*.

Algunos de estos métodos absolutos fueron empleados para estandarizar una solución de Zn-65 recibida en el contexto de la intercomparación CCRI(II)-K2.Zn-65 organizada por la Oficina Internacional de Pesas y Medidas (BIPM). Los resultados mostraron una gran compatibilidad entre todos los métodos de medición.

Contacto: Christian Balpardo, cbalpardo@cnea.gob.ar

Jueves 21 de 15:40 a 16:00

Rectorado UNS - Sala Bergé Vila

Múltiples aplicaciones de un mismo sensor: el poder de contar electrones de a uno

Zaidan Z¹, Pereyra A¹, Sivilotti B, Sprejer E¹, Pears Q, Pérez S¹⁵, Borrel T, Brusco A¹, Bonifazi C², Depaoli E¹⁴, Rodrígues D¹⁵, Botti A, Tiffenberg J³, Magnoni A¹⁶

¹ Universidad de Buenos Aires (UBA)

² Centro Internacional de Estudios Avanzados (ICAS)

³ FERMILAB

⁴ Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA)

⁵ Instituto de Física de Buenos Aires (IFIBA), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

⁶ Centro de Investigación en Láseres y Aplicaciones (DEILAP), Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas para la Defensa (CITEDEF)

Los dispositivos de carga acoplada (CCD, por sus siglas en inglés), por los cuales Boyle y Smith obtuvieron el Premio Nobel en 2009, han sido ampliamente utilizados en instrumentos para formación de imágenes. En los últimos años, se han empezado a utilizar como detectores de partículas, en especial para la búsqueda de materia oscura y la detección de neutrinos de baja energía [1, 2], gracias al bajo ruido de lectura que presentan estos sensores, en el orden de 2e-. Recientemente, con la necesidad de reducir aún más este umbral de detección, se ha desarrollado una nueva generación de sensores conocida como Skipper-CCD [3]. Estos sensores son capaces de contar la carga colectada con ruido de lectura sub-electrónico, lo que se traduce en el conteo individual de electrones en un amplio rango dinámico [4]. Esta característica, sumada a su excelente resolución espacial (pixeles de 15 x 15 micrones), su alta eficiencia de detección (superior al 90 % hasta el infrarrojo cercano) y su bajo umbral de detección (en el rango de los electronvoltos), potenciaron además su uso en experimentos de óptica cuántica [5]. Para aprovechar la capacidad de estos sensores en nuestro país, en junio de 2022, se creó el Laboratorio Argentino de Mediciones de Bajo umbral de Detección y sus Aplicaciones (LAMBDA) [6] en el Departamento de Física de la Universidad de Buenos Aires. En esta charla, resumiremos las líneas de investigación del laboratorio LAMBDA, el cual explora múltiples aplicaciones en las que los Skipper-CCDs son utilizados. En particular, discutiremos el trabajo realizado para caracterizar los Skipper-CCDs incluyendo la identificación de eventuales defectos en la red cristalina que los conforma [7]. También vamos a presentar el diseño y la implementación de un sistema de refrigeración a base de nitrógeno líquido que ha permitido extender la autonomía de operación de uno de los dos sistemas actualmente instalados en el laboratorio, así como la construcción de sistemas ópticos para la adquisición de imágenes con ultra bajo ruido [4]. Finalmente vamos a presentar los diferentes experimentos de detección de neutrinos de reactor nuclear instalados en Atucha II en Argentina [8] y en Angra 2 en Brasil [9], así como también el experimento SENSEI [10], que busca la detección de materia oscura liviana, tomando datos actualmente 2000 metros bajo tierra en SNOLAB, Canadá.

[1] DAMIC Collaboration, Results on Low-Mass Weakly Interacting Massive Particles from an 11 kg-day Target Exposure of DAMIC at SNOLAB, Phys. Rev. Lett. 125 (2020) 241803; arXiv:2007.15622 [astro-ph.CO]

[2] CONNIE Collaboration, Search for coherent elastic neutrino-nucleus scat-

- ring at a nuclear reactor with CONNIE 2019 data, JHEP 05 (2022) 017; arXiv 2110.13033 [hep-ex]
- [3] J. Tiffenberg et al, Single-Electron and Single-Photon Sensitivity with a Silicon Skipper CCD, Phys. Rev. Lett. 119, 131802 (2017).
- [4] D. Rodrigues et al. Absolute measurement of the fano factor using a skipper-ccd. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment, 1010:165511, 2021. Instrumentation
- [5] Q. Pears Stefano et al, Infrared photon-number-resolving imager using a Skipper-CCD. (2023). Phys. Rev. Applied 19, 064044.
- [6] www.lambda.df.uba.ar
- [7] D. J. Hall et al, Determination of in Situ Trap Properties in CCDs Using a “Single-Trap Pumping” Technique, IEEE Transactions on Nuclear Science 61, 1826 (2014).
- [8] E. Depaoli et al, Preliminary results of a Skipper-CCD inside a nuclear power plant. Magnificent CEvNS. Workshop, Berlin, 2023.
- [9] I. Nasteva for the CONNIE Collaboration, Low-energy reactor neutrino physics with the CONNIE experiment, J. Phys. Conf. Ser. 2156 (2021) 1, 012115; arXiv:2110.13620 [physics.ins-det]
- [10] SENSEI Collaboration, SENSEI: Direct-Detection Results on sub-GeV Dark Matter from a New Skipper-CCD, Phys. Rev. Lett. 125 (2020) 17, 171802; arXiv: 2004.11378 [astro-ph.CO]

Contacto: Zoe Zaidan, zoecnba@gmail.com

Posters

Poster ID: FN-4

Diseño e implementación de un equipo de iluminación homogénea para detección de defectos en sensores Skipper-CCD para búsqueda de materia oscura

Brusco A¹, Sivilotti B¹, Bonifazi C⁵, Botti A⁴, Magnoni A G^{1 3}, Perez S^{1 2}, Rodrigues D^{1 2}, Tiffenberg J⁴

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

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

³ Centro de Investigación en Láseres y Aplicaciones (DEILAP), Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas para la Defensa (CITEDEF), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Laboratorio de Óptica Cuántica, Buenos Aires, Argentina

⁴ Fermi National Accelerator Laboratory, Batavia IL, Estados Unidos

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

En el Laboratorio Argentino de Mediciones de Bajo umbral y sus Aplicaciones (LAMBDA) se utilizan sensores Skipper-CCD [1]. Estos detectores son capaces de medir la carga de ionización producida por la interacción de radiación incidente (luz, muones, neutrinos, eventual materia oscura) con niveles de ruido sub-electrónico. Uno de los problemas que surgen al utilizar este tipo de detectores en física de partículas, en especial cuando se los aplica a la búsqueda de materia oscura, es la presencia de defectos o ‘trampas’ en el silicio [2] las cuales generan excesos de carga que constituye un fondo indeseado en las imágenes adquiridas. En este trabajo presentamos el diseño y construcción de un sistema cuyo objetivo es permitir una iluminación homogénea de la superficie del sensor para la identificación de dichas trampas mediante el método de *Pocket-Pumping* [3]. El dispositivo diseñado fue adosado en el exterior de la cámara de vacío cúbica en la que se encuentra el sensor operando a 140 K. Esta disposición facilita el acceso y control de la electrónica y óptica asociada al sistema sin necesidad de exponer al sensor durante el proceso. Presentamos los resultados que validan la robustez del sistema como protección contra fuentes de iluminación no deseada que podría ser dañinas para los sensores. Se presentan además los resultados de utilizar el dispositivo para detectar defectos en los sensores de silicio. Por último, se describen brevemente los posibles usos del dispositivo y se analiza el impacto de la correcta detección de las trampas de silicio en futuros experimentos de búsqueda de materia oscura.

[1] J. Tiffenberg, M. Sofo-Haro, A. Drlica-Wagner, R. Essig, Y. Guardincerri, S. Holland, T. Volansky, y T.-T. Yu, Single-Electron and Single-Photon Sensitivity with a Silicon Skipper CCD, Phys. Rev. Lett. 119, 131802 (2017).

[2] B. A. Cervantes-Vergara et al., Skipper-CCD Sensors for the Oscura Experiment: Requirements and Preliminary Tests, 2023.

[3] D. J. Hall, N. J. Murray, A. D. Holland, J. Gow, A. Clarke, and D. Burt, Determination of in Situ Trap Properties in CCDs Using a “Single-Trap Pumping” Technique, IEEE Transactions on Nuclear Science 61, 1826 (2014).

Poster ID: FN-5

Generación de Patrones de Residuos Radiactivos con Simulación de Monte Carlo utilizando PENE-

LOPE

Zapata L Y¹, Rossi M P¹

¹ Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Laboratorio de Metrología de Radioisótopos

Los desechos radiactivos generados por la industria nuclear y laboratorios afines deben ser tratados con precaución, acondicionados y dispuestos de acuerdo con las normas establecidas por las autoridades competentes. En este contexto, surge la necesidad de modelar un patrón para los residuos radiactivos, ya que el laboratorio no cuenta con el mismo. Posteriormente, tras su medición en los detectores de HPGe (previamente caracterizados por el mismo método), se informará adecuadamente su actividad correspondiente.

En este trabajo, se utilizó el Método de simulación de Monte Carlo con el software PENELOPE para generar el patrón. Se estudió la composición y los materiales de los desechos radiactivos obtenidos en el Laboratorio de Metrología de Radioisótopos, identificando el material más expuesto a la contaminación radiactiva por contacto con soluciones o sólidos. Estos materiales se ubicaron en el interior del contenedor siguiendo una disposición geométricamente favorable para maximizar la eficiencia de detección considerando la sensibilidad del detector y la reducción de atenuación de los rayos gamma.

Posteriormente, se tomaron las medidas y espesores del recipiente junto con los desechos y se llevó a cabo una simulación geométrica detallada.

Poster ID: FN-6

Elaboración de un patrón emisor alfa para muestreo con hisopos y estudio de la eficiencia de detección para dos tipos de detectores

De Matteis N A¹, Rossi M P¹

¹ Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Centro Atómico Ezeiza, Laboratorio Metrología de Radioisótopos

Uno de los objetivos del Laboratorio Metrología de Radioisótopos (LMR) consiste en la creación de patrones de fuentes radiactivas destinados a la medida de actividad (Becquerel-Bq). Estos patrones pueden ser elaborados tanto para clientes externos como para uso interno. En el caso de los clientes externos, estos solicitan patrones radiactivos para su utilización en sus propias instalaciones. Por otro lado, en el caso de uso interno, los clientes remiten al laboratorio muestras tales como agua, tierra, filtros o frotis de superficie con el objetivo de determinar la emisión o actividad de las mismas, según corresponda.

Debido a esto, es de particular interés el desarrollo de patrones que cumplan con las condiciones de geometría, composición y con el mismo emisor radiactivo que se requiera medir en las muestras que se recepcionen. En la práctica, no siempre es posible contar con un patrón de idénticas características a la muestra de interés lo que conlleva a realizar un análisis especial en el proceso de medición y en el

cálculo de resultados.

En este contexto, se planteó la necesidad de fabricar un patrón de hisopo, ya que el laboratorio carecía de una geometría específica para este tipo de muestra. Los frotis de hisopos proporcionados por clientes externos se utilizan en áreas de trabajo para la detección de posibles contaminantes después de actividades que involucran el uso de radionucleidos. En este caso particular, el radionucleido de interés es el ^{252}Cf (californio-252), el cual presenta una baja probabilidad de emisión de radiación gamma. Por lo tanto, no es posible analizarlo utilizando detectores de germanio, que están diseñados específicamente para detectar este tipo de radiación.

En el presente trabajo, se prepararon soluciones de ^{241}Am con actividades conocidas, las cuales fueron absorbidas en hisopos de algodón con el propósito de simular un muestreo de una superficie contaminada. Dado que en el laboratorio no se disponía de soluciones de ^{252}Cf , se utilizó una solución patrón de ^{241}Am , un emisor alfa con una energía similar. Inicialmente, se empleó un detector semiconductor de silicio para la detección de partículas cargadas en la medición de los patrones. Sin embargo, los resultados obtenidos con este detector resultaron insatisfactorios. Por lo tanto, se optó por realizar los ensayos utilizando un detector gaseoso tipo contador proporcional. Con este detector, se logró obtener una mayor eficiencia de detección y una mayor repetitividad en las mediciones. A partir de estos estudios, se pudo determinar la Mínima Actividad Detectable (M.A.D) para una muestra incógnita proporcionada por un cliente externo.

Poster ID: FN-7

Optimización del sistema de refrigeración de una cámara Skipper-CCD

Pereyra A¹, Zaidán Z¹, Bonifazi C⁴, Depaoli E¹⁵, Magnoni A²¹, Rodrigues D¹³, Tiffenberg J⁶

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

² Centro de Investigación en Láseres y Aplicaciones (DEILAP), Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas para la Defensa (CITEDEF), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Laboratorio de óptica Cuántica, Buenos Aires, Argentina

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

⁴ Centro Internacional de Estudios Avanzados (ICAS), Instituto de Ciencias Físicas (ICIFI), Universidad Nacional de Gral. San Martín (UNSAM), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina

⁵ Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Centro Atómico Constituyentes (CAC), Buenos Aires, Argentina

⁶ Fermi National Accelerator Laboratory, Batavia IL, Estados Unidos

Los detectores Skipper-CCD (Charge Coupled Device) usados en el Laboratorio Argentino de Mediciones de Bajo umbral y sus Aplicaciones (LAMBDA), son una tecnología capaz de medir la carga de ionización producida por radiación incidente, además cuentan con una alta eficiencia de detección, una resolución espacial en el rango de la decena de micrones, y permiten realizar mediciones con ruido de lectura tan bajo como fracciones de electrón [1]. Estas características los convierten en una tecnología ideal para la búsqueda de materia oscura liviana por detección directa [2], la detección de neutrinos de reactor [3], y como sensores en instrumentos de formación de imágenes en astronomía y óptica cuántica [4]. Dichos sensores requieren ser utilizados dentro de una cámara de vacío a alrededor de los 140 K, dado que a bajas temperaturas se da una reducción en la generación espontánea de pares de electrón-hueco, conocido como corriente oscura [5]. Uno de los sistemas actualmente en uso en LAMBDA contaba con un termo de nitrógeno de tan solo 5 litros que permitía una autonomía de 12 hs. Dado que en el caso de los Skipper-CCD el tiempo total de lectura es proporcional al número de mediciones de la carga, y, que en algunas aplicaciones el tiempo de medición puede ser extenso [6], se modificó completamente la cámara de vacío y su sistema de refrigeración para así lograr una autonomía de más de una semana. En cuanto a las modificaciones externas, se reemplazó el termo de 5 litros de nitrógeno, colocado en la parte superior del sistema, por un termo de 30 litros ubicado en la parte inferior del mismo. Esto requirió de un dedo frío aislado, que se insertó en el termo, y la rotación del sistema 180 grados. En este trabajo presentamos en detalle cuáles fueron las modificaciones del sistema y mostraremos una caracterización de su nueva autonomía.

[1] J. Tiffenberg et al, “Single-Electron and Single-Photon Sensitivity with a Silicon Skipper CCD,” Phys. Rev. Lett. 119, 131802 (2017).

[2]: L. Barak et al, “Direct-Detection Results on sub-GeV Dark Matter from a New Skipper-CCD ” arXiv:2004.11378 (2020).

[3] A. Aguilar-Arevalo, et al, “Exploring low-energy neutrino physics with the coherent neutrino nucleus interaction experiment,” Physical Review D 100, 092005 (2019).

[4] Q. Pears Stefano et al, “Infrared photon-number-resolving imager using a Skipper-CCD”, Aceptado para ser publicado en Physical Review Applied (2023), arXiv: 2301.10891.

[5] Cababie, M.R., “Origen y caracterización de eventos de un electrón en Skipper-CCDs para la búsqueda de materia oscura liviana”, Tesis doctoral de la

FCEyN, UBA (2023).

[6] C. Chierchie et al, “Smart-readout of the Skipper-CCD: Achieving Sub-electron” (2020), arXiv:2012.10414v1 .

Industria y Tecnología

Charlas

Martes 19 de 14:00 a 14:30

Rectorado UNS - Sala Bergé Vila

Presentacion de empresa Akribis

La innovación como resultado de la vinculación del sistema científico con PyMEs tecnológicas: ejemplos de proyectos en desarrollo

Federico Montes de Oca

Martes 19 de 14:30 a 14:50

Rectorado UNS - Sala Bergé Vila

Procedimiento de calibración radiométrica relativa para una cámara multiespectral de vuelo en la misión satelital UFSAT-1

Rubio R¹, Alvarez Reyna M¹, Dagatti M¹, German A², Barrientos C¹

¹ Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE), IG: Instituto Gulich

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Universidad Nacional de Córdoba. Instituto Gulich

La misión satelital UFSAT-1 tiene como carga útil principal un instrumento electro-óptico, el cual consiste en una cámara multiespectral diseñada para proporcionar aplicaciones para la investigación de los embalses de agua de Argentina, zonas costeras, lagos, ríos y aguas costeras circundantes [1]. Este proyecto, auspiciado por la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE), está orientado a ser una misión de transferencia de conocimiento y tecnología destinada a la formación de instructores y estudiantes de posgrado que cursan programas de maestría y doctorado en el Instituto Gulich.

La cámara multiespectral consiste de 10 bandas espectrales comprendidas entre los 410 nm hasta los 865 nm [2, 3]. Su diseño está pensado de forma que no supere el tamaño de 1.5U definido por el estándar CubeSat. La cámara se compone de 5 sensores CCD lineales, cada uno de 4000×1 píxeles cuadrados, con un tamaño de $10 \times 10 \mu\text{m}$, para el escaneo de imágenes con una resolución en tierra de 120 metros, con el requisito de contar con una vista sin obstrucciones de $\pm 15^\circ$ fuera del nadir por debajo de la nave espacial. Cada banda consta de un filtro que define la banda de paso, seguido de una triple lente que enfoca la luz hacia el lado izquierdo o derecho de un arreglo lineal, por lo que cada uno de los conjuntos de CCD detecta dos bandas. Por lo tanto, el instrumento utiliza un

total de 10 sistemas ópticos para enfocar la escena terrestre. La distancia focal del sistema es de 45 mm, y el diámetro de las lentes está restringido a un máximo de 20 mm.

En el presente trabajo se resume el procedimiento a llevar a cabo y se exponen resultados preliminares sobre la obtención del centro y ancho de las bandas, la caracterización espectral de los filtros y mediciones de corrientes oscuras. Para ello, se utilizan componentes y equipos disponibles en el Laboratorio de Electroóptica de la UFS-CONAE. El objetivo de esta etapa es relevar el instrumental de laboratorio y evaluar la operatividad de los equipos disponibles. La construcción de la cámara espectral requiere un conocimiento detallado de las diferentes etapas, que se resume a grandes rasgos en: 1) etapa de desarrollo y diseño; 2) armado (alineación y calibración geométrica); y 3) calibración radiométrica (validación). La calibración radiométrica representa el desafío más exigente, ya que determina la relación entre la radiancia incidente L en la entrada de la cámara y el valor digital obtenido DN en la salida. Esta etapa suele ser una de las más complicadas y críticas para asegurar el correcto funcionamiento de la carga útil, dado que no existe un instructivo que garantice una calibración radiométrica exitosa [4]. .

- [1] National Research Council, editor. *Assessing the Requirements for Sustained Ocean Color Research and Operations*. National Academies Press, Washington, D.C., November 2011.
- [2] Alan Holmes, John M. Morrison, Gene Feldman, Fred Patt, and Shihyan Lee. Hawkeye ocean color instrument: performance summary. In *CubeSats and Nano-Sats for Remote Sensing II*, volume 10769, pages 87–101. SPIE, September 2018.
- [3] Carl Schueler and Alan Holmes. HawkEye: CubeSat SeaWiFS update. In Thomas S. Pagano, editor, *Conference Proceedings Paper*, page 99780H, San Diego, California, United States, September 2016.
- [4] David L. Smith, Tim J. Nightingale, Hugh Mortimer, Kevin Middleton, Ruben Edeson, Caroline V. Cox, Chris T. Mutlow, Brian J. Maddison, and Peter Coppo. Calibration approach and plan for the sea and land surface temperature radiometer. *Journal of Applied Remote Sensing*, 8(1):084980, June 2014.

Contacto: Raul Armando Rubio, rubio.raul.ar@gmail.com

Martes 19 de 14:50 a 15:10

Rectorado UNS - Sala Bergé Vila

Estudio de corriente crítica de junturas Josephson de Nb/AlOx/Nb.

Rosellini L⁸ A⁷ 5⁶, Dr. Ing Almela A¹ 3⁵ 6, Ing. Müller N² 4⁵ 6, Ing. Bonilla-neira J¹ 2⁴ 6

¹ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina

² Universidad Nacional de Gral. San Martín (UNSAM), Argentina

³ Universidad Tecnológica Nacional (UTN), Argentina

⁴ Karlsruhe Institute of Technology (KIT)

⁵ Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA)

⁶ Instituto de Tecnologías en Detección y Astropartículas (ITeDA), Argentina

⁷ Universidad de Buenos Aires (UBA), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

⁸ Instituto de Nanociencia y Nanotecnología (INN), (CNEA-CONICET), Departamento de Física de la Materia Condensada

Las junturas Josephson son dispositivos superconductores con amplio margen de aplicaciones. En este trabajo se midió estadísticamente la corriente crítica de las junturas de Nb/AlOx/Nb y se la comparó con los modelos establecidos. Para esto se exploraron tres modelos teóricos en diferentes rangos de temperatura debajo de 4K . Se estudió el ajuste de la corriente de switch de la juntura mediante los modelos mencionados concluyendo cuál de estos es el que mejor describe su comportamiento según el rango térmico en el que se encuentre.

Contacto: Luciana Andrea Rosellini, lucianarosellini98@gmail.com

Martes 19 de 15:10 a 15:30

Rectorado UNS - Sala Bergé Vila

Avanzando en la caracterización de materiales nanoporosos: Impacto de los modelos de potenciales en la descripción de procesos de adsorción.

Cornette V¹ ², Delgado Mons R¹ ², Toso J P¹ ², López R¹ ²

¹ Universidad Nacional de San Luis (UNSL), Depto. de Física, FCFMyN

² Instituto de Física Aplicada (INFAP)

Los materiales nanoporosos son ampliamente utilizados en diversas áreas, desde aplicaciones ambientales hasta energéticas. Sin embargo, las técnicas actuales basadas en modelos ideales de adsorbato y adsorbente no son adecuadas para una descripción precisa del proceso de adsorción, lo que conduce a análisis incompletos. Para abordar este problema, proponemos el uso de modelos más completos que tengan en cuenta la forma del material nanoporoso, consideramos potenciales de interacción que tengan en cuenta momentos cuadrupolares y la forma molecular del adsorbato.

Mediante simulaciones de Monte Carlo, se obtuvieron distribuciones de tamaño de poro y calores isostéricos de adsorción, cantidades relevantes que permiten una caracterización textural y energética del material. Además, presentamos

una comparación detallada entre los modelos ideales y los modelos más complejos, demostrando la superioridad de estos últimos.

El impacto práctico de este estudio es significativo, ya que no sólo contribuye a mejorar la caracterización de materiales nanoporosos, sino también a comprender mejor los procesos de adsorción en estos materiales. La correcta caracterización de los materiales nanoporosos permitiría un uso más eficiente en aplicaciones específicas y promover el diseño de nuevos materiales con propiedades mejoradas lo que podría llevar a nuevas aplicaciones y tecnologías en diferentes campos.

Contacto: Valeria Cornette, cornette@unsl.edu.ar

Martes 19 de 15:30 a 15:50

Rectorado UNS - Sala Bergé Vila

Pirita natural magnetizada: de un material semiconductor a un material termoeléctrico

Franco V G^{1 2 3 4}, Candia A E^{1 2 4}, Nuñez J M^{1 2 5}, Rengifo M^{1 2}, Lobo Checa J^{1 2 6}, Aguirre M H^{1 2 6}

¹ Universidad de Zaragoza (UNIZAR), Laboratorio de Microscopías Avanzadas (LMA), Campus Río Ebro, Edificio I+D+i, C/ Mariano Esquillor, s/n 50018, Zaragoza (España)

² Universidad de Zaragoza (UNIZAR), CSIC - Instituto de Nanociencia y Materiales de Aragón (INMA), Campus Río Ebro, Edificio +D+i, 50018 Zaragoza (España)

³ Universidad Nacional del Litoral (UNL), Facultad de Ingeniería Química (FIQ), Departamento de Física, Santiago del Estero 2829, 3000, Santa Fe (Argentina)

⁴ Instituto de Física del Litoral (IFIS), Laboratorio de Física de Superficies e Interfaces (LASUI), Güemes 3450, 3000, Santa Fe (Argentina)

⁵ Instituto de Nanociencia y Nanotecnología (INN), Nodo Bariloche, Centro Atómico Bariloche (CAB), Av. Exequiel Bustillo 9500, S. C. Bariloche 8400, Río Negro (Argentina)

⁶ Universidad de Zaragoza (UNIZAR), Facultad de Ciencias, Departamento de Física de la Materia Condensada, C/ Pedro Cerbuna 12, 50009, Zaragoza (España)

Los materiales termoeléctricos (TE) han sido objeto de numerosos estudios durante algunas décadas, dado que su uso puede contribuir eficazmente a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. La aplicación de estos materiales, permite el desarrollo de una tecnología que contribuye a disminuir el impacto ambiental de las actividades humanas. Otro aspecto importante en la generación de estos materiales, es la materia prima utilizada; siendo fundamental su abundancia, disponibilidad y extracción sin la necesidad de agentes contaminantes. Partiendo de materiales magnéticos, y utilizando las propiedades asociadas a la presencia de espines, se pueden diseñar materiales con características de TE. Sin embargo, para que estos materiales sean eficientes, es necesario comprender claramente las

interrelaciones entre su estructura, comportamiento magnético y efecto Seebeck [1-2].

En este trabajo, preparamos y caracterizamos un material con propiedades TE a partir de un mineral natural. Pирita (FeS_2) es uno de los minerales más abundantes sobre la corteza terrestre, además de ser de fácil extracción y económico, lo que lo convierte en un material de elección para desarrollos tecnológicos. Monocristales de pirita fueron seccionados y tratados químicamente para su limpieza. Estas láminas fueron colocadas a diferentes temperaturas en condiciones normales de presión. Se caracterizaron los materiales obtenidos en cuanto a su composición, estructura y propiedades magnéticas y de transporte de carga: las especies químicas de cada film superficial mediante XPS; la estructura y composición empleando TEM, STEM, EELS; las propiedades magnéticas mediante MFM y magnetización y los portadores de carga a través de efecto Seebeck.

El recocido a diferentes temperaturas del mineral, resultó en la formación de una película delgada superficial de materiales magnéticos sobre el sustrato. La caracterización por XPS identificó dos compuestos: magnetita (Fe_3O_4) y greigita (Fe_3S_4). Las imágenes TEM y STEM revelaron distintas disposiciones estructurales para los compuestos magnéticos: una película delgada mixta de magnetita y greigita, formación epitaxial de magnetita y clusters de nanopartículas de magnetita. Los espectros EELS, confirmaron el cambio en la composición atómica desde el sustrato a la superficie, que se correlaciona con las medidas de magnetización. Las imágenes de MFM de topografía y fase, mostraron diferencias significativas en la configuración de los dominios magnéticos de cada material. Los valores obtenidos en las medidas Seebeck, son dos órdenes de magnitud mayores que para otros materiales TE típicos.

Por lo anteriormente expuesto, podemos inferir que el uso de pirita como materia prima para el desarrollo de materiales TE es posible, dadas las ventajas de disponibilidad del mineral y los resultados obtenidos en el presente estudio.

[1] A Portavoce et al, Sci. Rep. 13 (2023) 172

[2] M Culebras et al, Appl. Surf. Sci. 615 (2023) 156432

Contacto: Vanina Gisela Franco, franco.vaninag@gmail.com

Martes 19 de 15:50 a 16:00

Rectorado UNS - Sala Bergé Vila

Entrega de premio al Desarrollo Tecnológico Innovador de la Física orientado a la Industria

Posters

Poster ID: **[IT-1]**

Estudio comparativo de propiedades ópticas de aerosoles a lo largo de una megaciudad

Scagliotti A F¹, Reale M V³, Margarit D H², González N S³, Jorge G A²

¹ Universidad Tecnológica Nacional (UTN)

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

³ Instituto de Ciencias (ICI), Universidad Nacional de Gral. Sarmiento (UNGS)

El interés por el estudio y la caracterización de los aerosoles ha ido en aumento dadas sus múltiples conexiones con la calidad del aire y el clima. Sin embargo, las limitadas estaciones de monitoreo en superficie son insuficientes en muchos países del mundo para estudiar completamente una gran ciudad o región. La tecnología de bajo costo surge como una alternativa viable para mejorar la resolución espacial de las mediciones. Este estudio pretende demostrar que las propiedades de los aerosoles pueden cambiar dentro de una megaciudad y que es aconsejable segmentar las medidas en función de sus características. Medimos las propiedades ópticas de los aerosoles en las afueras del Área Metropolitana de Buenos Aires y comparamos los datos obtenidos con los de AERONET en el centro de la ciudad. Este es el primer estudio de este tipo en la región, y la comparación muestra diferencias en los tipos y cantidades de aerosoles entre los sitios que se destacan entre los niveles de fondo que comparten regionalmente.

Poster ID: **[IT-2]**

Economía circular en una propuesta de innovación tecnológica para mejorar la eficiencia energética municipal de Bahía Blanca

Aguirre D¹, Cardillo E², Frechero M A¹

¹ Universidad Nacional del Sur (UNS), Instituto de Química del Sur (INQUISur)

² Universidad Nacional del Sur (UNS), Instituto de Química del Sur (INQUISur), Comisión de Investigaciones Científicas (CIC)

La radiación solar que llega a la superficie de la tierra abarca un rango de longitudes de onda entre 295nm y 2500nm. La zona del visible representa aproximadamente el cincuenta por ciento de la energía emitida por la luz solar mientras que el cuarenta y cinco por ciento corresponde al rango del infrarrojo. La absorción de tales rayos resulta en un aumento de la temperatura del ambiente que tiende a promover ciertas reacciones químicas que conducen al deterioro, pérdida de volumen o reblandecimiento de muchos materiales [1, 2]. Además, el aumento de la temperatura ambiental implica un aumento de costos por mayor consumo energético, ya que en zonas urbanas la irradiación de la energía absorbida por la

infraestructura edilicia y pavimentos impacta en la calidad de vida de las personas. Existen actualmente ciertos revestimientos y pinturas a base de pigmentos con propiedades reflectantes de la radiación cuyo beneficio es disminuir la absorción de energía logrando amortiguar la variabilidad térmica del ambiente en edificios, otorgando mayor confort y bienestar a sus habitantes, disminuyendo el uso excesivo de artefactos (calefactores, aires acondicionados) reduciendo así el consumo de energía al minimizar el efecto de “isla de calor” [3]. En este trabajo se estudió el desarrollo e implementación de las pinturas reflectivas para ser utilizadas en edificios (viviendas, colegios, edificios públicos, etc.) con el propósito de mejorar el confort sus habitantes e implementado el concepto de economía circular dado que tales pinturas se desarrollan a partir del reaprovechamiento de vidrios de parabrisas de automotores, un desecho sin un actual reaprovechamiento y que impacta fuertemente en la acumulación de residuos. En Argentina se estima que circulan alrededor de 14.564.842 vehículos y, en Bahía Blanca particularmente, se realizan cerca de 120 reemplazos de parabrisas diarios. Esta situación representa una valiosa oportunidad para generar nuevas fuentes laborales ya que se busca reaprovechar los vidrios de los parabrisas descartados en la fabricación de microesferas de vidrio que son utilizadas para su dispersión en un medio específico que permite obtener las mencionadas pinturas reflectivas.

[1] V. Flores-Alés, V. Jiménez-Bayarri, A. Pérez-Fargallo. Boletín de la sociedad española de cerámica y vidrio 5 7 (2 0 1 8) 257–265. [2] R. Carranza. Nada es para siempre. 1a ed. - Buenos Aires: Ministerio de Educación de la Nación. Instituto Nacional de Educación Tecnológica, 2009. ISBN 978-950-00-0749-8. [3] E. Coser, V. Froes Moritz, A. Krenzinger, C. A. Ferreira. Polímeros, 25(3), 305-310, 2015.

Poster ID: IT-3

Estudio del gradiente de temperatura en el desarrollo de una incubadora celular de bajo costo.

Moreno M F¹ ², Scagliotti A F³ ⁴, Reale M V¹, Margarit D H¹ ³

¹ Instituto de Ciencias (ICI), Universidad Nacional de Gral. Sarmiento (UNGS)

² Universidad de Buenos Aires (UBA)

³ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

⁴ Universidad Tecnológica Nacional (UTN)

En el marco del desarrollo de una incubadora de bajo costo, una de las variables más importantes a controlar es la temperatura. Esto se debe a que los organismos vivos requieren de valores específicos para su conservación y/o evolución.

En este trabajo se estudia el gradiente de temperaturas que se forma en el interior de la cámara de incubación a partir de una superficie caliente situada en la parte inferior de la misma, esto se realizará tanto en el estado transitorio como en el estacionario.

Para este estudio se tomaron mediciones de la temperatura interior en distintos puntos de la cámara a lo largo del proceso de calentamiento, $T_i(x, y, z, t)$. A partir de los datos obtenidos, se confeccionaron mapas de calor espacio-temporal para los distintos valores de temperatura en la superficie T_s .

Los datos obtenidos nos sirvieron para determinar la zona óptima para la localización de la muestra y el desempeño y factibilidad de utilizar este sistema para controlar la temperatura interior de la incubadora celular.

Poster ID: [IT-4]

Desarrollo de un sistema automático y adaptativo de acoplamiento de diodos láseres a fibra óptica

Rosa L², Jan E¹, Zaldivar Escola F^{1,3}

¹ Universidad de Buenos Aires (UBA), Laboratorio de Haces Dirigidos, FI-UBA

² Universidad de Buenos Aires (UBA), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, FCEyN-UBA

³ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

Desde sus comienzos en el campo de las comunicaciones [1], el desarrollo de sistemas ópticos basados en el uso de fibras ópticas ha crecido permanentemente. Usualmente, estos sistemas tienen a los láseres semiconductores como la fuente de luz más confiable debido a su tamaño pequeño, peso ligero y estructura simple. Por otra parte, la eficiencia de acoplamiento entre dicho láser y la fibra es un parámetro clave en el rendimiento y la fiabilidad de los sistemas, por lo que su optimización es materia de estudio aún en la actualidad [2].

En el marco de las materias Laboratorio 6 y Laboratorio 7 de la carrera de Licenciatura en Ciencias Físicas de la FCEyN-UBA, se desarrolló un sistema que permite el acoplamiento automático y adaptativo entre un láser de diodo y una fibra óptica, utilizando configuraciones simples de diodo-lente-fibra o diodo-telescopio 1X-fibra. El interés particular del desarrollo, es tener la capacidad de construir láseres acoplados a fibra de manera permanente para una longitud de onda definida, lo cual es un producto de costo elevado que no se fabrica en Argentina. A su vez, este sistema comprende un abanico de aplicaciones muy superior al particular mencionado, ya que permite buscar la posición en que la fibra acopla el máximo posible de luz incidente. Esto puede ser llevado a numerosos sistemas fotónicos como pudieran ser espectroscopios LIBS, microscopios de fluorescencia, microscopios fototérmicos, etc.

El sistema diseñado consta de un posicionador motorizado tipo gimbal (θ, ϕ) que sujetla la fibra óptica mediante un mandril y que permite controlar la inclinación relativa de la misma con respecto a la dirección de propagación del haz incidente (en este caso emitido por el diodo). Este posicionador es montado sobre una unidad de traslación motorizada XYZ, dando los grados de libertad necesarios para controlar el desplazamiento relativo entre el eje óptico del haz y el de la fibra. El diodo es montado rígidamente frente a una única lente convergente o un telescopio

de magnificación 1X, dependiendo del caso.

El control de los motores asociados a cada grado de libertad del sistema se realizó mediante motores paso a paso operados a partir de placas Arduino UNO y módulos afines, todos de código abierto. Las piezas de acople entre las distintas etapas fueron desarrolladas utilizando impresión 3D.

La transmisión del modo láser (astigmático por construcción) emitido por el diodo hacia el interior de la fibra, considerando los grados de libertad controlados en este diseño, se estudió mediante simulaciones numéricas. Se muestra, para cada caso, el resultado de la integral de acoplamiento, habiendo resuelto la propagación del haz en el sistema óptico mediante el uso de matrices de rayos ABCD [3] para haces gaussianos astigmáticos y considerando los corrimientos angulares y longitudinales propios de los posicionadores reales adquiridos para el proyecto.

A partir de estos resultados se conoce cuál es la sensibilidad necesaria en la motorización de los movimientos, en función de los parámetros específicos del láser, lentes y fibra utilizados, que garantizan una alta eficiencia de acoplamiento. Con esto en mente, se desarrollaron algoritmos de control y maximización, que al funcionar en conjunto permiten el desplazamiento iterativo de todos los grados de libertad hasta lograr acoplar la máxima potencia posible del haz en la fibra.

Se presentan dos casos testigos en los que logran acoplamientos que alcanzan hasta un 70Referencias

[1] K.C. Kao, G.A. Hockham, Dielectric-fiber surface waveguides for optical frequencies, Proc. Inst. Electr. Eng. 133 (7) (1986)

[2] B. Li, Y.T. Liu, S.F. Tong, et al., Adaptive single-mode fiber coupling method based on coarse-fine laser nutation, IEEE Photon. J. 10 (6) (2018)

[3] A.E. Siegman, Lasers (University Science, Mill Valley, Calif. (1986)

Poster ID: IT-5

Evaluación metrológica de modelos virtuales

Aguirre M A^{1 2 3}, Bierzychudek M E¹, Laiz H M^{1 2 3}

¹ Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI)

² Instituto de la Calidad Industrial (INCALIN)

³ Universidad Nacional de Gral. San Martín (UNSAM)

Los ensayos virtuales (VE) y los gemelos digitales (DT) son modelos de simulaciones que replican sistemas físicos y sus características en determinadas situaciones. La diferencia entre ellos es que en los DT la simulación se actualiza con datos experimentales en tiempo real. Entre ambas debe existir una conexión bidireccional que extrae datos de dicha entidad y alimenta a la representación virtual, y viceversa, creando un ciclo entre el espacio físico y el espacio virtual [1]. Estos algoritmos pueden contribuir a la metrología complementando o incluso reemplazando las mediciones, brindando información más detallada y ahorrando tiempo y costos.

El objetivo de este trabajo es asegurar la calidad de las simulaciones, estimando la incertidumbre del resultado de la simulación y validando los modelos virtuales contra datos experimentales con metodologías consensuadas para garantizar la exactitud del resultado. En la conferencia se presentará los resultados aplicados al primer caso de estudio, un ensayo de calentamiento de conductores. Esta es una medición donde se reporta valores de temperatura puntuales mientras que la simulación brinda un mapa de temperaturas continuo que ofrece más información al usuario. Los resultados demostraron un solapamiento entre los intervalos definidos por los valores medidos y los simulados con sus correspondientes incertidumbres. La simulación se realiza aplicando Métodos de Elementos Finitos [2] y la incertidumbre de los resultados se estima aplicando el Método Monte Carlo como indica la Guía para la Expresión de la Incertidumbre [3]. En un futuro, se buscará aplicar el método para un caso de mayor complejidad, los ensayos de arco interno en tableros eléctricos [4-7]. Los mismos son requeridos por la industria eléctrica y el país no cuenta con los recursos experimentales para su realización.

- [1] David Jones, Chris Snider, Aydin Nassehi, Jason Yon, Ben Hicks, “Characterising the Digital Twin: A systematic literature review”, CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology 29 (2020) 36–52.
- [2] M. Malinen; P. Råback. Multiscale Modelling Methods for Applications in Material Science, páginas 101-113. Forschungszentrum Jülich, 2013.
- [3] SO/IEC. Uncertainty of Measurement, GUIDE 98-3/Suppl.1. 2008.
- [4] IEC Int. Standard 62271-203: Gas-insulated metal-enclosed switchgear for rated voltages above 52 kV, 2003.
- [5] IEC Int. Standard 62271-200: AC metal-enclosed switchgear and controlgear for rated voltages above 1 kV and up to and including 52 kV, 2003.
- [6] IEC Int. Standard 62271-201: AC insulation-enclosed switchgear and controlgear for rated voltages above 1 kV and up to and including 52 kV, 2006.
- [7] IEEE Standard C37.20.7 IEEE Guide for Testing Medium Voltage Metal-Enclosed Switchgear for Internal Arcing Faults, 2001.

Poster ID: **IT-6**

Aplicación de experimentos de correlación de relajación-difusión en reservorios de hidrocarburos convencionales utilizando imanes unilaterales de RMN.

Mateo A¹, Acosta R H¹, Franzoni B¹

¹ Universidad Nacional de Córdoba (UNC), Facultad de Matemática Astronomía, Física y Computación (FAMAF), Laboratorio Nacional de Investigación y Servicios de Resonancia Magnética en Sólidos (LANAIS)

La técnica de Resonancia Magnética Nuclear (RMN) ha sido utilizada para la caracterización de reservorios de petróleo durante décadas y hoy en día constituye

un método estándar [1]. La mayoría de los reservorios de petróleo del mundo son formaciones tipo areniscas que llamamos convencionales. En estas formaciones, la señal de RMN surge únicamente de los líquidos ubicados en los espacios porosos que luego serán extraídos. En particular, los experimentos de RMN que correlacionan procesos de difusión con procesos de relajación desempeñan un papel fundamental en la caracterización de los fluidos confinados. La RMN se caracteriza por dos procesos de relajación distintivos: la relajación spin-red (T1) y la relajación espín-espín (T2). Se ha demostrado que los experimentos de correlación D-T2 en fluidos confinados en rocas de reservorios convencionales permiten la distinción de diferentes fases del fluido, relacionadas con distintas interacciones [2]. Recientemente, se ha evidenciado en sistemas porosos modelos utilizando imanes unilaterales que la realización de experimentos bidimensionales que correlacionan T1-D posibilita reducir significativamente los tiempos de adquisición en comparación con los experimentos D-T2, hasta en un orden de magnitud [3]. En el presente estudio, se compara el rendimiento de ambos experimentos en términos de tiempo experimental y relación señal-ruido en rocas sedimentarias que contienen fluidos confinados con propiedades distintas (polares y no polares). Se examina cómo el tipo de interacción fluido-matriz influye en la elección del experimento.

- [1] Kleinberg, R. L., Kenyon, W. E., & Mitra, P. P. (1994). Mechanism of NMR Relaxation of Fluids in Rock. *Journal of Magnetic Resonance, Series A*, 108(2), 206–214. <https://doi.org/10.1006/jmra.1994.1112>
- [2] Hürlimann, M. D., Flaum, M., Venkataraman, L., Flaum, C., Freedman, R., & Hirasaki, G. J. (2003). Diffusion-relaxation distribution functions of sedimentary rocks in different saturation states. 21, 305–310. [https://doi.org/10.1016/S0730-725X\(03\)00159-0](https://doi.org/10.1016/S0730-725X(03)00159-0)
- [3] Silletta, E. V., Velasco, M. I., Monti, G. A., & Acosta, R. H. (2022). Comparison of experimental times in T1-D and D-T2 correlation experiments in single-sided NMR. *Journal of Magnetic Resonance*, 334, 107112. <https://doi.org/10.1016/j.jmr.2021.107112>

Poster ID: **IT-7**

Determinación de la masa y volumen de patrones sólidos de densidad para mediciones de densidad de líquidos diferentes al agua

Giraldo L¹, Barbagrigia J¹, De La Asunción L¹, Quille R¹, Touceda L¹

¹ Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), Departamento de Mecánica y Acústica

La densidad es una magnitud física importante definida como la relación entre la masa y el volumen, que generalmente se requiere conocer y controlar en diversas áreas de la industria, ciencia y tecnología. Existen diversos instrumentos para

medir la densidad de líquidos. Entre ellos picnómetros, densímetros de inmersión, densímetros digitales, patrones sólidos de densidad entre otros. Los patrones sólidos de densidad en general son de forma geométrica regular y de masa y volumen conocido. La ventaja que presenta es que la densidad de un líquido desconocido puede ser determinada con mucha más facilidad que comparando la densidad del líquido con la del agua. Estos instrumentos también son utilizados para evaluar la calidad del agua producida por un destilador de agua. El laboratorio de Densidad de INTI cuenta con dos patrones sólidos secundarios denominados “Buzos patrón” la determinación de volumen de ambos buzos se realizó por el método de pesaje hidrostático en agua purificada cuya densidad se establece a partir de la fórmula de Tanaka midiendo la temperatura del agua. El método de pesaje hidrostático se basa en el principio de Arquímedes, el cual es utilizado por los laboratorios de metrología en densidad porque brinda una mayor exactitud con respecto a otros métodos. La determinación de masa de los buzos patrón se realizó aplicando el método de pesaje de sustitución. Este método disminuye la incertidumbre debida a efectos sistemáticos, como la deriva y la no linealidad en las indicaciones de la balanza. En el presente trabajo se mostrarán los resultados obtenidos tanto en la determinación del volumen como de la masa de los buzos patrones utilizando los métodos antes mencionados. Además, se evaluará la incertidumbre de medición en la determinación del volumen y en la determinación de la masa de cada buzo patrón.

Poster ID: [IT-8]

Estudio del acoplamiento de modos en resonadores MEMS no lineales

Perez D J^{1 2}, Prado A^{1 2 3}, Pastoriza H^{1 2 3}

¹ Instituto de Nanociencia y Nanotecnología (INN)

² Centro Atómico Bariloche (CAB)

³ Instituto Balseiro

Los osciladores, presentes en casi todos los dispositivos electrónicos, consisten principalmente en un elemento resonante que proporciona una salida alterna a una frecuencia específica. Una de las características más importantes de los osciladores es su capacidad para mantener una frecuencia determinada en un período de tiempo específico. Sin embargo, a micro y nanoscala, la mayoría de los resonadores mecánicos exhiben no linealidades que degradan considerablemente la estabilidad de frecuencia de estos resonadores. Hace unos años se ha demostrado que acoplando dos modos mecánicos diferentes a través de una resonancia interna (acoplamiento de modo 1:3), es posible estabilizar la frecuencia de oscilación en un oscilador micromecánico [1, 2]. La naturaleza de este acoplamiento interno aún se desconoce. En este trabajo mostramos la caracterización de estos osciladores MEMS de alto factor de calidad en distintas condiciones, estudiando puntual-

mente el acoplamiento entre modos resonantes. El mecanismo fundamental de este acoplamiento se utiliza para redistribuir y almacenar energía mecánica entre los modos vibratorios y transferirla coherentemente al modo principal cuando la excitación externa está desactivada. Esto permite que por un corto período de tiempo (ms) el sistema puede mantener oscilaciones estables sin el suministro de energía externa para compensar pérdidas.

[1] D. Antonio, D. H. Zanette and D. López Nat Commun 3:806 (2012). [2] M. Wang, D. J. Perez-Morelo , D. Lopez , and V. A. Aksyuk, Physical Review X 12, 041025 (2022)

Poster ID: **IT-9**

Calibración de un Alcoholímetro de Inmersión utilizando un líquido de referencia

De La Asunción L¹, Quille R¹, Touceda L¹

¹ Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), Departamento de Mecánica y Acústica

Actualmente en la industria argentina, en el caso del sector alimenticio el porcentaje de alcohol es una variable cuya importancia radica en su determinación. Dado que este porcentaje suele tomarse como un indicador de la calidad de los productos que se producen. Una de las metodologías que se emplean para determinarlo es mediante la utilización de instrumentos como el alcoholímetro de inmersión. Este tipo de instrumento consiste en un cilindro cerrado y hueco. Generalmente es de material de vidrio, en uno de sus extremos cuenta con un contrapeso, y el resto del cuerpo con forma de vástago portando una escala de medida. Dicha escala viene en unidades de contenido en porcentaje de alcohol en volumen o masa. Para la calibración del alcoholímetro de Inmersión, se pueden emplear diferentes métodos, entre los que se encuentran, por comparación con un densímetro calibrado en un líquido en iguales condiciones de medición, por el método de pesada hidrostática o comparación con un líquido de referencia. Para realizar este último método es necesario elaborar un líquido de referencia, caracterizarlo y compararlo con el instrumento a calibrar. En el Laboratorio de densidad del INTI utilizamos el método por comparación con un líquido de referencia con porcentaje de alcohol conocido para realizar la calibración de un Alcoholímetro de Inmersión. Dicha densidad del líquido de referencia fue determinada utilizando un picnómetro. Este último presenta la ventaja de requerir poca cantidad de material, solo es necesario conocer el volumen del picnómetro y disponer de una balanza electrónica adecuada. El método consiste en pesar el picnómetro cuando está vacío y nuevamente cuando está lleno con el líquido de referencia. La diferencia obtenida en las mediciones de pesaje resulta la masa del líquido contenido. Para la determinación de la densidad del líquido se realizará correcciones por empuje del aire, para ello se calculará la densidad del aire ambiente durante el proceso de medición. En este trabajo se presenta el proceso de elaboración y los valores de densidad de un líquido de

referencia con su correspondiente incertidumbre de medición, con la finalidad de determinar de los errores de la escala de un alcoholímetro de Inmersión.

Poster ID: **IT-10**

Gemelo digital de una pesa de referencia

Touceda L¹, Quille R¹

¹ Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), Departamento de Mecánica y Acústica

En este trabajo se presentan los resultados obtenidos del modelado de una pesa de alta precisión, determinando la variación de la masa aparente de una pesa de acero inoxidable de 1 kg a lo largo del tiempo. El modelo que se utiliza para calcular la masa aparente de la pesa tiene en cuenta variables inherentes a la misma como son su geometría, su nivel de limpieza, rugosidad y las propiedades físicas del material de dicha pesa, como también variables ajenas a la pesa como son las condiciones ambientales (temperatura ambiental, humedad relativa y presión atmosférica) y otras variables como la geometría y material del platillo de la balanza en el que se asume que dicha pesa reposa. La masa aparente de una pesa se ve alterada por distintos fenómenos físicos, entre ellos podemos nombrar el empuje del aire [1], el efecto de la fuerza vertical que actúa sobre la superficie de la pesa debido a la convección natural que surge por la diferencia de temperaturas entre la superficie de la pesa y el ambiente [2], y la adsorción, en la que se tiene en cuenta la masa de la capa de agua que se adhiere a la superficie de la pesa debido a la humedad ambiental, la rugosidad y limpieza de la pesa [1]. Para cuantificar el intercambio de calor por convección de la pesa con el ambiente se utiliza un modelo empírico en el que se modeliza a la pesa como una placa vertical [3], y se utiliza la ecuación de calor [2] para modelar la distribución de temperaturas en el interior de la pesa. Los inputs de este modelo son las condiciones ambientales, la geometría y propiedades físicas de la pesa que se deseé modelar, por lo que se utilizan datos del certificado de calibración de una pesa de referencia de 1 kg y se usan archivos que contienen mediciones de condiciones ambientales del laboratorio de masa del INTI, usando Python para procesar dichos archivos y convertirlos a un formato que pueda ser leído por MATLAB. La simulación es efectuada en Simulink, dicho entorno permite representar este sistema dinámico a través de un diagrama de bloques, al finalizar la simulación se obtiene la masa aparente de la pesa en función del tiempo. El gemelo digital de una pesa es una representación numérica de una pesa, que describe su comportamiento metrológico bajo ciertas condiciones de medición. El gemelo digital desarrollado nos permitió cuantificar la influencia que pueden tener distintas fuentes de error en las mediciones de masa y además es el primer paso hacia el desarrollo de un gemelo digital de una balanza de alta exactitud [4].

[1] M Kochsiek, M Gläser “Comprehensive mass metrology”

- [2] M Gläser “Change of the apparent mass of weights arising from temperature differences”, Metrología 36, 1999, 183-197
- [3] M Gläser “Response of Apparent Mass to Thermal Gradients”, Metrologia 27, 1990, 95-100
- [4] Ludwig Günther , Christian Rothleitner , Jan Schleichert , Frank Härtig. “The virtual weight” 59th ILMENAU SCIENTIFIC COLLOQUIUM Technische Universität Ilmenau, 11 – 15, 2017

Poster ID: [IT-11]

Caracterización microestructural y determinación del porcentaje de fase β remanente en piezas de aleaciones de Ti-6Al-4V producidas por manufactura aditiva por haz de electrones (AM-EBM) mediante EBSD y SEM-EDS

Angaut G¹, Battiston L¹, Bonvicini P², Kang K W², Limandri S³

¹ Facultad de Matemática Astronomía, Física y Computación (FAMAF), Medina Allende, Ciudad Universitaria, Córdoba Capital [5000], Córdoba, Argentina

² Universidad Nacional de La Plata (UNLP), Laboratorio de Investigaciones de Metalurgia Física “Ing. Gregorio Cusminsky” (LIMF)

³ Instituto de Física Enrique Gaviola (IFEG), CONICET - UNC

La AM-EBM, también conocida como impresión 3D de metales, ha revolucionado la industria al permitir la producción de objetos complejos y personalizados con gran precisión y costos razonables. Es particularmente útil en el ámbito de la ingeniería biomédica para la fabricación de implantes de titanio; donde, las propiedades biocompatibles de este material junto con la posibilidad de diseñar piezas a la medida del paciente, hacen de esta técnica una poderosa herramienta. Las propiedades macroscópicas de los implantes producidos por AM-EBM están relacionadas a la microestructura del material. La presencia de poros, tensiones residuales y la segregación de fases minoritarias pueden afectar en detrimento la performance de la pieza fabricada. Por este motivo, luego de la fabricación, las piezas se someten a un proceso de prensado isostático en caliente (HIP) [1-3]. En el presente trabajo se realiza una caracterización química y microestructural de implantes para artroscopias de cadera antes y después de ser sometidos al tratamiento de HIP. El estudio se realiza mediante técnicas basadas en microscopía electrónica de barrido: difracción de electrones retrodispersados (EBSD) y mapas de rayos X (EDS). En la microestructura correspondiente a ambas muestras se encontró una morfología laminar de tipo Widmanstätten para la fase α . Debido a la propia microestructura de la muestra y a los estrictos requerimientos de pulido para EBSD, no fue posible indexar completamente las imágenes adquiridas con esta técnica. Aprovechando la pequeña variación del contenido de Al y V en las

fases α y β [4], desarrollamos una metodología para completar la indexación haciendo uso de esta información. De esta manera pudimos obtener una estimación más realista del porcentaje de fase β presente en la muestra.

- [1] A. Mohammadhosseini, D. Fraser, S. H. Masood and M. Jahedi. Materials Characterization 84 (2013) 153-168
- [2] Changyong Liu, Zhoukeng Mai, Deng Yan, Mingguang Jiang, Yuhong Dai, Pei Wang, Zhangwei Chen and Changshi Lao. Effect of Hot Isostatic Pressing on Microstructures and Mechanical Properties of Ti6Al4V Fabricated by Electron Beam Melting. Metals 2020, 10, 593
- [3] Shunyu Liu, Yung C. Shin Materials and Design 164 (2019) 107552
- [4] Microstructure and Texture of Additive Manufactured Ti6Al-4V Magnus Neikter (2017)

Poster ID: **IT-12**

Desarrollo de silicio poroso para sensor de gas

Sosa Ferro G V¹, Denisse Costa F¹, Perillo P M¹, Rodríguez D F¹

¹ Instituto de Nanociencia y Nanotecnología (INN), Centro Atómico Constituyentes (CAC), Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA)

Existe un interés en desarrollar sistemas de sensado cuantitativo de gases de efecto invernadero y de contaminantes industriales. En particular el silicio poroso se considera actualmente como uno de los materiales más prometedores para detectar gases a temperatura ambiente por presentar una alta relación superficie/volumen, una alta reactividad superficial y además es compatible con métodos de microfabricación [1,2]. En los últimos años estas características han despertando un gran interés para fabricar sensores de gas de silicio poroso. El objetivo del trabajo es fabricar silicio poroso y analizar la influencia de los procesos químicos en las propiedades morfológicas y ópticas para finalmente estudiar su sensibilidad como película sensora de gas. Se fabricó silicio poroso a partir de un substrato de Si mediante un método de ataque químico húmedo con HF utilizando V_2O_5 y etanol con distintos tiempos de ataque [3]. En un primer paso se sumergieron las muestras en una solución de HF 10M. Mediante perfilometría óptica se observó un aumento en la rugosidad al aumentar el tiempo de ataque, obteniendo valores superiores a los 400 nm para los ataques de 3 y 4 horas. Las muestras presentaron diferente fotorrespuesta bajo iluminación UV y azul de acuerdo al tiempo de ataque del silicio. Las características de detección se investigaron midiendo la resistencia eléctrica del sensor en una concentración de 50 ppm (partes por millón) de NO_2 . Los resultados preliminares indican que el silicio poroso tiene un buen potencial para ser utilizado como sensor de gas.

- [1] S. Ozdemir, J. L. Gole. Curr Opin Sol State Mat Sci, V11, (2007) 92

- [2] H. Mhamdi, K. Azaiez, T. Fiorido, R. Benabderrahmane Zaghouani, J.L. Lazzari, M. Bendahan, W. Dimassi. Inor Chem Comm, V. 139 (2022), 109325
[3] S. Juyal, J. Kumar et al, Mat Today: Proc, V 26, (2020), 3193

Poster ID: [IT-13]

Relaxometría longitudinal dinámica con resolución espacial en RMN de un solo lado

Milana F A¹, Velasco M I¹, Monti G A¹, Acosta R H¹

¹ Universidad Nacional de Córdoba (UNC), Sección: Resonancia Magnética Nuclear

La Resonancia Magnética Nuclear (RMN) es una técnica ampliamente utilizada para obtener información sobre las características microscópicas de diversos sistemas, tanto en su relajación transversal como longitudinal. Esta técnica ha demostrado ser valiosa para el monitoreo de procesos dinámicos como cementación, reacciones químicas, gelatinización y evaporación. En este estudio, nos enfocamos en la aplicación de la RMN de un solo lado para determinar la cinética de evaporación de fluidos en medios porosos. La combinación de la relaxometría dinámica con la resolución espacial nos brinda una visión profunda de la evolución de estos sistemas complejos. Es importante destacar que, debido a ciertas restricciones técnicas experimentales, la determinación del contenido de fluido en función del tiempo en diferentes regiones porosas no siempre es factible mediante experimentos de relajación transversal. No obstante, nuestros resultados muestran que los experimentos de relajación longitudinal son una alternativa prometedora, proporcionando una adquisición rápida y confiable de datos, lo que los hace adecuados para monitorear el proceso de evaporación de agua en una muestra modelo de roca de yacimiento de petróleo. En resumen, este trabajo explora el potencial de la RMN para estudiar la cinética de evaporación de fluidos en medios porosos, y destaca la viabilidad de la relajación longitudinal como una valiosa herramienta para estos fines

Poster ID: [IT-14]

Preparación de películas de ZnO dopadas con aluminio por la técnica sol gel y caracterización.

Carrero A¹, Rodríguez D F¹, Perillo P M¹, Socolovsky H², Barrera M¹

¹ Instituto de Nanociencia y Nanotecnología (INN), Centro Atómico Constituyentes (CAC), Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA)

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

En la actualidad se busca mejorar el funcionamiento de las celdas solares de estado sólido. Una de las alternativas para lograr celdas con una mayor eficiencia es reemplazar sus contactos metálicos por una película basada en óxidos conductores transparentes (TCO). Los electrodos metálicos tradicionales se basan

en materiales opacos que reducen la cantidad de energía absorbida y como consecuencia disminuyen la eficiencia de la celda [1]. Por otro lado, los materiales basados en TCO cubren toda el área frontal del dispositivo y permiten una mayor absorción de la radiación solar. Algunos óxidos conductores como el ITO (óxido de estaño dopado con indio), AZO (óxido de zinc dopado con aluminio) y el FTO (óxido de estaño dopado con flúor) se han utilizado como contacto transparente en celdas solares [2]. El AZO, presenta la ventaja de ser estable térmicamente, altamente transparente, no es tóxico y es de muy bajo costo [3]. Algunas técnicas como spray pirolisis, rf magnetron sputtering, depósito por vapor químico, ablación láser, proceso sol gel, entre otras; se han utilizado para la fabricación de películas de AZO. El proceso sol gel tiene la ventaja de permitir realizar ajustes en el dopaje, la concentración y la homogeneidad de la solución precursora, sin utilizar equipamientos costosos y complicados como en otros métodos [4]. En el presente trabajo se muestra la preparación por el método sol gel de películas de AZO; se varió la concentración de aluminio entre 0.8-1.0 % con el objetivo mejorar la conductividad eléctrica. Se mostrarán las caracterizaciones estructurales, morfológicas y eléctricas realizadas a dichas muestras.

[1] Y. Chun- Tseng, L. Choon-Kok, L. Ching-Ting, Prog. Photovoltaics Res. App. 19, 436 (2011).

[2] M. Grundmann, The Physics of Semiconductors. Graduate Texts in Physics. Springer, Cham. (2016).

[3] Y. Wang, X. Mingze, L. Jinhua, M. Jiangang, W. Xiaohua, W. Zhipeng, C. Xueying, F. Xuan, J. Fangjun, Surf. Coat. Tech. 330 (2017) 255.

[4] M. J. Alam and D. C. Cameron, J. Vac. Sci. Technol. A 19 (2001) 1642

Poster ID: **IT-15**

Unidad prototipo de radiómetro uv calibrado para medir índice UV

Lavorato M B¹, Urbano Pintos N¹ 2, Pagura M R¹

¹ Universidad Tecnológica Nacional (UTN), Grupo TAMA - UTN-FRH

² Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas para la Defensa (CITEDEF), División Radar Laser - CITEDEF

Se desarrolló una unidad prototipo de Radiómetro UV que opera con dos sensores pre-calibrados; uno detecta la Radiación UV (UVA + UVB) y el otro viene preparado para medir directamente el Índice UV. El Radiómetro cuenta con un Microcontrolador para la adquisición, control, comunicación vía Wifi y registro de datos denominado NODEMCU-32s; que es un módulo de Firmware abierto basado en ESP32 (NODEMCU32 ESP-WROOM-32s). La unidad Prototipo está compuesta además de los sensores UV por: un reloj de tiempo real, un dispositivo

SD para el registro y salvaguarda de datos y un dispositivo que mide en forma simultánea Presión - Temperatura – Humedad. Las señales adquiridas son transmitidas pre-procesadas a un ‘router’ externo para la lectura, en tiempo real, de los datos adquiridos. Los resultados son visualizados por cualquier unidad informática externa conectada a la misma red (Smartphone, Tablet, Notebook o PC). Se presentan varias señales procesadas con sus correspondientes datos meteorológicos.

Palabras Claves: Radiación UV, Índice UV, Sensores, ESP32, Microcontroladores, Smartphone.

Poster ID: **[IT-16]**

Evaluación de segmentación de objetos con sensores tof de bajo costo

Urbqno Pintos N² ¹, Lacomí H A² ³, Lavorato M B¹

¹ Universidad Tecnológica Nacional (UTN), Grupo TAMA - UTN-FRH

² Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas para la Defensa (CITEDEF), División Radar Láser - CIEDEF

³ Universidad Tecnológica Nacional (UTN), Grupo ASE - UTN-FRH

La segmentación de objetos en entornos interiores es una tarea fundamental para la detección y clasificación de objetos en aplicaciones de robótica. La información provista por cámaras monoculares es insuficiente, ya que no posee datos de profundidad. Las cámaras ToF (Time of Flight) [1] proporcionan un mapa de profundidad de gran definición, que es posible segmentar con técnicas de aprendizaje automático. Sin embargo, las cámaras ToF tienen costos restrictivos para su utilización en equipos de bajo costo. En este trabajo, se evalúa la segmentación de objetos en entornos interiores utilizando 3 sensores ToF de 8x8 píxeles cada uno en 8 escenarios diferentes. En primer lugar, se transforman los mapas de profundidad, en nubes de puntos. Luego, se usa el algoritmo RANSAC [2] para buscar a los planos que representan a las paredes. A continuación, se descartan a los puntos pertenecientes a dichos planos, y se agrupa con K-means [3] o DBSCAN [4] a los puntos restantes que representan a los objetos. El desempeño de los métodos se evalúa comparando los grupos predichos por los algoritmos con los grupos reales, empleando las métricas índice Rand [5] e índice de Jaccard [6]. Los resultados muestran que los sensores ToF de baja resolución y bajo costo pueden ser empleados para segmentar objetos en entornos interiores con un alto grado de precisión. El objetivo de este trabajo es allanar el camino para la implementación de este tipo de sensores ToF en tareas de reconocimiento de objetos para dispositivos electrónicos de bajo costo.

Referencias [1] L. Li et al., «Time-of-flight camera—an introduction,» Technical white paper, no. SLOA190B, 2014. [2] K. G. Derpanis, «Overview of the ransac algorithm,» Image Rochester NY, vol. 4, no. 1, pp. 2–3, 2010. [3] D. Scu-

lley, «Web-scale k-means clustering» in Proceedings of the 19th international conference on World wide web, 2010, pp. 1177–1178. [4] E. Schubert, J. Sander, M. Ester, H. P. Kriegel, and X. Xu, «Dbscan revisited, revisited: why and how you should (still) use dbscan,» ACM Transactions on Database Systems (TODS), vol. 42, no. 3, pp. 1–21, 2017. [5] D. Steinley, «Properties of the hubert-arable adjusted rand index» Psychological methods, vol. 9, no. 3, p. 386, 2004. [6] L. d. F. Costa, «Further generalizations of the jaccard index» arXiv preprint arXiv:2110.09619, 2021

Poster ID: **[IT-17]**

Efectos de la conductividad térmica a bajas temperaturas en la realización del PTAr

Tenaglia Giunta B S¹ ², Napán Maldonado R D P¹

¹ Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), Centro de Metrología Física. Departamento de Termodinámica

² Universidad Nacional de Gral. San Martín (UNSAM)

Las mediciones con termómetros de resistencia de platino patrón (SPRT) del tipo metálicos a temperaturas criogénicas continúa siendo un desafío. Principalmente debido a los efectos de conducción de calor generados por la naturaleza química de sus materiales constructivos. Sin embargo, la elección de trabajar con este tipo de sensores se debe a que son los más elegidos por los sectores industriales y afines por sus ventajas como bajo costo y robustez. Cuando una corriente de electrones circula a través de los cables de platino de una SPRT, causa un flujo de calor desde el elemento sensor a la superficie externa del termómetro y luego al medio ambiente. En consecuencia, el valor de temperatura medido es ligeramente superior a la temperatura real. Este es un fenómeno conocido como efecto de autocalentamiento (Self-Heating, SH). El efecto de SH debe considerarse para lograr mediciones de temperatura precisas y exactas. Seleccionando el método de dos corrientes, se puede estimar la contribución de este efecto permitiendo corregir el valor de temperatura medido [1]. Se han reportado resultados de investigación que indican que el SH puede minimizarse cuando insertos metálicos químicamente inertes se fabrican con materiales de alta conductividad térmica. De hecho, el uso de insertos es una recomendación documentada en la Información Suplementaria de la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (ITS-90) [2]. Básicamente, los insertos consisten en estructuras tubulares hechas de un material conductor cuya longitud y diámetro dependen del tamaño del sensor y del diámetro de la cubierta protectora de la SPRT. Los insertos mejoran el contacto térmico entre la celda de punto fijo y la SPRT disminuyendo el efecto de SH [3]. Los insertos mejoran el contacto térmico entre la celda de punto fijo y la SPRT disminuyendo el efecto de SH [3]. Se reportó evidencia de esto para el punto triple del agua [4-6] y Žužek et al. realizaron pruebas en los puntos fijos de Zn a Hg [7]. Hasta

ahora, solo se encontró una referencia para el uso de insertos en el Punto Triple de Argón (PT-Ar) [8]. Aquí se pretende mostrar los resultados de SH obtenidos con el método de las dos corrientes y diferentes insertos metálicos diseñados para SPRTs de tipo metálicas en el PT-Ar. Las mediciones se llevaron a cabo en el PT-Ar, comparando SPRTs de diferentes usuarios finales y evaluando el SH utilizando insertos de cobre, aluminio y latón. En esta investigación fue posible verificar que SPRTs de $25,5\ \Omega$ generan SH diez veces menor que las de $100\ \Omega$. A partir de los valores absolutos de desvío estándar de las mediciones de resistencia extrapoladas a corriente cero mA, se pudo determinar que el inserto de aluminio disminuye notablemente la dispersión de los resultados. Finalmente, también se pudo observar que, con el mismo inserto, se consiguen plateaus más estables y reproducibles en el PT-Ar.

- [1] V Batagelj, J. Bojkovski, J. Drnovšek, Meas. Sci. Technol. 14, 2151-2158 (2003)
- [2] H. Preston-Thomas, P. Bloembergen, T. J. Quinn, Supplementary Information for the International Temperature Scale of 1990 (BIPM, Sèvres, 1990)
- [3] V. Žužek, J. Bojkovski, V. Batagelj, J. Drnovšek, Temperature: Its Measurement and Control in Science and Industry, vol. 8, edited by C. W. Meyer (AIP Conference Proceedings, vol. 1552, New York, 2013) p. 463
- [4] E. Smith et al Int J Thermophys 31, 1438–1443 (2010)
- [5] R. Veltcheva E. Smith et al Int J Thermophys 31, 1438–1443 (2010)
- [6] P. Steur R. Dermattein Metrologia 45, 529–533 (2008)
- [7] V. Žužek V. Batagelj J. Drnovšek J. Bojkovski et al Int J Thermophys 31, 1438–1443 (2010)
- [8] J. De Lucas and R. Benyon, Int J Thermophysic, 35, 1019–1031, (2014)

Poster ID: **IT-18**

Influencia en las propiedades termofísicas en sistemas de alta temperatura. Diseño e implementación de un horno para ensayos del sector nuclear.

Salatino P¹, Napán Maldonado R D P³

¹ Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Departamento de Calidad y Metrología

² Universidad Nacional de Gral. San Martín (UNSAM)

³ Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), Centro de Metrología Física

La medición precisa y confiable de altas temperaturas es de vital importancia en la industria nuclear, especialmente en los ensayos de envejecimiento de materiales utilizados en reactores. Estos ensayos incluyen componentes como vainas de cables, pinturas y otros elementos solicitados por las centrales nucleares a los laboratorios de ensayo. En Argentina, la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) es una institución que lleva a cabo investigaciones y ensayos en diferentes

sectores de la industria nuclear. Sin embargo, se enfrentan a la necesidad de contar con mediciones trazables en temperaturas superiores a los 1800 °C, un rango que actualmente no está disponible en el país. En este sentido, la industria nuclear en Argentina enfrenta desafíos en las mediciones de altas temperaturas, especialmente en los ensayos de envejecimiento de materiales y sinterizado de pastillas de UO_2 que requiere temperaturas superiores a los 1650 °C [1,2]. El objetivo principal de este trabajo es investigar la influencia y efectos de las propiedades termofísicas (conducción, convección, etc.) de los materiales que constituyen la construcción del horno mencionado. Adicionalmente, se simulará el comportamiento del horno para evaluar las condiciones de contorno operativas y se desarrollarán nuevos métodos de medición con trazabilidad al Sistema Internacional de Unidades[3].

[1] Estudio de Formadores de Poros para Pastillas Combustibles de $(U, Gd)O_2$ Nanoparticulado Obtenido por coprecipitación Inversa, Jonás S. Narváez Arrúa, 2019.

[2] Pastillas de combustible de UO_2 con formador de poros, XLII Reunión Anual AATN, Bianchi L.V., Parrado M.F., Kaufmann F, 2015.

[3] The International Temperature Scale of 1990 (ITS-90) H. Preston-Thomas, 1989.

Poster ID: IT-19

Redes de período largo en fibras ópticas sensibilizadas con poliuretano

Arce V B¹, Villa-pérez C¹, Alustiza D H¹, Mineo M¹, Russo N A¹

¹ Centro de Investigaciones Ópticas (CIOP)

Las redes de período largo (LPG) grabadas en fibra óptica forman parte del conjunto de dispositivos ópticos usados para sensar diferentes magnitudes físicas y químicas debido a que su característica espectral de transmisión es dependiente del índice de refracción del medio que las rodea.

En este trabajo se presenta la fabricación de dispositivos LPG sobre fibra óptica, la deposición de un recubrimiento sensibilizante sobre la misma y los estudios de sensibilidad, con el propósito de que en conjunto permitan la creación de sensores de diferentes contaminantes ambientales en medio acuoso.

Se fabricaron LPGs aplicando la técnica conocida como “inducción por arco eléctrico” mediante el empleo de una máquina empalmadora de fibra óptica. Las mismas presentaron en su espectro de transmisión un pico de atenuación con profundidades mayores a 25dB y cercano a los 1500nm. Las LPGs fueron inicialmente caracterizadas realizando medidas en aire y en agua en condiciones controladas de temperatura y de tracción axial aplicada a la fibra óptica.

Luego se realizó una sensibilización de la superficie del dispositivo LPG mediante el uso de poliuretano. En una etapa posterior se procedió a la evaluación de la res-

puesta espectral en transmisión de las LPG inmersas en soluciones de diferentes analitos, como glucosa y sacarosa. Para estas determinaciones se utilizó el dispositivo LPG sin modificaciones adicionales y LPG con recubrimiento sensibilizante. Las medidas realizadas mostraron un corrimiento espectral del pico resonante debido a la variación del índice de refracción efectivo del recubrimiento de la fibra óptica al poner en contacto la LPG con las diferentes soluciones. La magnitud de dicho corrimiento estuvo determinada por la concentración del analito en estudio. Los resultados permitirán evaluar la factibilidad de uso de este sistema como sensor de contaminantes en fase acuosa.

Alustiza, D. H. y col. IEEE Xplore Conference Publication, 2020, pp.1-5.

Poster ID: **[IT-20]**

Avances en celdas solares de GaAs íntegramente desarrolladas en Argentina.

Saint-andré S¹ ³, Barrera M¹ ³, Prado D De Siqueira A², Cortés Burgos M J² ³, Tosi L² ³, Anguiano S², Salazar Alarcón L D J², Pastoriza H² ³

¹ Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Instituto de Nanociencia y Nanotecnología (INN), Departamento de Energía solar CAC

² Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Instituto de Nanociencia y Nanotecnología (INN), Gerencia de Área Investigación Desarrollo e Innovación CAB

³ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

Todos los satélites artificiales que orbitan la tierra requieren de una fuente de energía autónoma. En la mayoría de los casos, esta fuente se basa en celdas solares que aprovechan la radiación solar para generar electricidad. Teniendo en cuenta las restricciones en el peso y la radiación existente en el espacio, en este ámbito se opta por utilizar celdas basadas en arseniuro de galio (GaAs) en lugar de las más tradicionales basadas en silicio por su mayor eficiencia, cuando forman parte de multi-junturas, y resistencia al daño por radiación.

En este trabajo presentamos resultados de la caracterización estructural y eléctrica de las primeras celdas solares de GaAs desarrolladas y fabricadas íntegramente en Argentina. Se diseñó la estructura de las celdas basado en trabajos previos de la literatura y se simuló su funcionamiento con el código D-AMPS-1D. La fabricación de estructura, cuyo parte fundamental es una juntura n-p, se realizó mediante la técnica de Epitaxia de Haces Moleculares (MBE) sobre obleas monocristalinas de GaAs utilizando como dopantes Silicio (n) y Berilio o Zinc (p).

Sobre la estructura se realizaron contactos eléctricos mediante fotolitografía óptica, ataques químicos selectivos y evaporación. Otra técnica utilizada durante la fabricación fue comido selectivo por plasma físico (RIE) para atacar la capa de contacto hasta la ventana próxima a la juntura. Algunas de las técnicas de caracterización utilizadas fueron microscopía electrónica de barrido (SEM) y transmisión (TEM), difracción de electrones rasantes (RHEED) y elipsometría.

La caracterización eléctrica (curva i-v) bajo iluminación de estas celdas solares evidencia su correcto funcionamiento. Actualmente, se están llevando a cabo investigaciones para mejorar aún más la eficiencia de estas celdas solares mediante cambios en la composición de las capas, así como la incorporación de múltiples junturas y la inclusión de pozos y puntos cuánticos.

Poster ID: [IT-21]

Proceso de fabricación de silicio poroso por plasma de iones reactivos

Cervantes Schamun L¹, Sosa Ferro G V¹, Denisse Costa F¹, Di Didonato A L¹, Perillo P M¹, Rodríguez D F¹

¹ Instituto de Nanociencia y Nanotecnología (INN), Centro Atómico Constituyentes (CAC), Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA)

La manera convencional de fabricar silicio poroso es a través de un proceso de anodizado electroquímico, en una solución de ácido fluorhídrico (HF). Este método posee como principales desventajas: manipulación de HF y bajo control del nivel de porosidad. En los últimos años, para evitar estos inconvenientes se comenzó a utilizar un ataque en seco por iones reactivos (reactive ion etching-RIE) permitiendo un control más preciso de los parámetros de ataque del Si [1-3]. El RIE es compatible con los procesos de microfabricación, permitiendo integrarlo en la fabricación de circuitos microelectrónicos.

En este proceso se utiliza hexafluoruro de azufre (SF_6) y oxígeno (O_2) como gases para la reacción con el silicio. La formación de estructuras en el silicio ocurre debido a la presencia de los radicales de flúor y de oxígeno. De acuerdo al caudal de los gases, potencia de radiofrecuencia aplicada, presión y temperatura de la cámara se pueden obtener diferentes morfologías del silicio.

En este trabajo se presentan los estudios preliminares para obtener diferentes morfologías a partir de una oblea de silicio pulida espejo tipo p. El equipo utilizado es un Oxford Plasmalab 80, con un generador RF de 13,56 MHz. Se emplearon los siguientes parámetros: presión desde 7.5 a 30 mTorr, caudales entre 20 y 100 sccm, potencia de radiofrecuencia entre 20 - 80 watt y temperatura desde 5°C a 25 °C. Las muestras obtenidas se analizaron por microscopía electrónica de barrido (SEM), perfilometría óptica y elipsometría espectroscópica.

- [1] N.D.Pratwi, M.Handayani, R.Suryana, O.Nakatsuka. Mater Today-Proc ,V. 13, (2019) 92.
- [2] M. Kazar Mendes, C. Ghouila-Houri, S. Hammami, T. Arnoult, P. Pernod, A. Talbi, Mater Lett, V. 285,(2021) 129058.
- [3] R Suryana et al. IOP Conf Ser-Mat Sci, V. 578 (2019) 12019.

Poster ID: [IT-22]

Modelo de dosis absorbida por un cuerpo con MRU y fuente puntual

Guerrero Luna T¹, Vilca V¹, Parentis A O U¹, Gomez Marigliano A C^{1 2}

¹ Universidad Nacional de Tucumán (UNT), FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y TECNOLOGÍA

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

El modelo que se desarrolla se basa en la necesidad de determinar la dosis absorbida de radiación por un cuerpo (objeto) con movimiento rectilíneo uniforme en un segmento de longitud y distancia fuente - objeto predeterminada con centro como punto más cercano a la fuente. El sistema planteado se corresponde a un sistema en el laboratorio de Física Aplicada. Para el desarrollo del modelo se asume que el cuerpo es esférico y el tamaño de la fuente de radiación es pequeña con respecto a la distancia objeto - fuente. Se obtuvo que la dosis absorbida es inversamente proporcional a la rapidez del cuerpo. Se realizaron mediciones en el sistema del laboratorio (fuente UV de intensidad constante - medidor de intensidad). Se observó que la dependencia entre la intensidad de la radiación con la distancia a la fuente responde a la ley del inverso cuadrado para distancias mayores a 30 cm y para un tubo UV de 30 cm de largo. La hipótesis que se plantea para justificar la desviación con respecto a la ley para pequeñas distancias es la no puntualidad de la fuente. El modelo puede extenderse para ser aplicado en el estudio de dosis de radiación solar absorbida por sondas y satélites.

Poster ID: IT-23

Aplicación de la transformada de Hilbert-Huang a mediciones diferenciales de tensión

Schneider G¹, Luna E¹, Iuzzolino R¹, Real M¹

¹ Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), Departamento de Metrología Cuántica

La transformada de Hilbert-Huang (HHT) se utiliza en diversas áreas de la ciencia para el tratamiento de series temporales no lineales y no estacionarias. Para ello, utiliza descomposiciones en modo empírico (EMD) y el análisispectral de Hilbert (HSA) definiendo así, un conjunto de funciones de modo intrínseco (IMF) con el fin de obtener propiedades instantáneas de la serie temporal bajo análisis [1-2]. Este método se puede utilizar para extraer parámetros característicos y también realizar la reconstrucción de señales adquiridas experimentalmente.

En este trabajo, se aplica la técnica de HHT al análisis de mediciones diferenciales entre un generador de tensión y un sistema Josephson Programable (PJVS) [3]. Éste último es un sistema que permite generar señales de tensión escalonada, donde los valores de dichos escalones dependen únicamente de constantes universales (h , la constante de Planck y e , la carga elemental) y de una frecuencia de microondas conocida.

Se evaluaron las propiedades instantáneas de los modos intrínsecos de las frecuencias más relevantes presentes en la señal adquirida, determinando su influencia en la representación de dicha señal.

También se presenta y discute una comparación entre los resultados del método HHT y el de cuadrados mínimos para obtener el valor eficaz de la señal reconstruida.

La extracción de las propiedades instantáneas proporcionadas por este método nos permitió determinar que uno de los modos de la descomposición representa la componente de frecuencia de la señal sin los transitorios producidos por los sistemas de medición (digitalizadores) y generación requeridos en el PJVS.

[1] NE Huang et al, The empirical mode decomposition and the Hilbert spectrum for nonlinear and non-stationary time series analysis (1998)

[2] NE Huang and Z Wu, A Review on Hilbert-Huang Transform Method and Its Applications to Geophysical Studies (2008)

[3] J Kohlmann and R Behr, Development of Josephson voltage standards (2011)

Poster ID: **IT-24**

Caracterización de un generador de señales utilizando un sistema Josephson Programable

Luna E¹, Schneider G¹, Medved J I², Iuzzolino R¹, Real M¹

¹ Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), Departamento de Metrología Cuántica

² Istituto Nazionale di Ricerca Metrologica (INRIM)

En la actualidad, los sistemas de medición basados en el efecto Josephson juegan un papel esencial en la metrología eléctrica fundamental y en la medición de tensión eléctrica de alta exactitud, porque relacionan tensiones eléctricas a constantes universales (h , la constante de Planck y e , la carga elemental) y a una frecuencia de microondas conocida.

Por medio del efecto Josephson se realiza la unidad de tensión eléctrica del Sistema Internacional de Unidades (SI), el volt, con el cual se inicia la cadena de trazabilidad de las mediciones de tensión eléctrica.

El sistema Josephson Programable (PJVS - “Programmable Josephson Voltage Standard”) permite generar una tensión continua muy estable o formas de ondas aproximadas por escalones de tensión [1], la cual está determinada por $V = \pm n f \frac{h}{2e}$, siendo n un número entero.

En este trabajo, se presenta la caracterización de un generador de señales diseñado y producido localmente [2]. La misma se realizó midiendo la diferencia de las señales obtenidas por ambos instrumentos por medio de un digitalizador basado en un conversor analógico-digital sigma-delta ($\Sigma-\Delta$ ADC) [3].

Se midieron señales periódicas de diferentes frecuencias, en forma absoluta

y diferencial, digitalizadas a una frecuencia de muestreo equivalente de 32 kHz. Mediante el desvío de Allan de los distintos escalones de tensión continua, se pudo determinar el número de períodos necesarios para los cálculos posteriores. Se procesaron las señales para eliminar los transitorios entre escalones y restar el nivel de tensión cero de la señal. Utilizando las mediciones diferenciales, se realizó la reconstrucción de la señal senoidal del generador bajo estudio mediante un ajuste de cuadrados mínimos, para calcular el valor eficaz de la tensión generada. Además, generando una señal triangular por el PJVS se obtuvo la ganancia del digitalizador, usando la tensión de Josephson teórica y los escalones medidos.

- [1] B Jeanneret and SP Benz, Application of the Josephson effect in electrical metrology (2009)
- [2] WF Adad and R Iuzzolino, Arbitrary function generator using Direct Digital Synthesis (2012)
- [3] R Iuzzolino, Josephson Waveforms Characterization of a Sigma-Delta Analog-to-Digital Converter for Data Acquisition in Metrology (2011)

Poster ID: **IT-25**

Algoritmo genético aplicado a la mitigación de artefactos en imágenes de RMN producidos por inestabilidad en el campo magnético

Forte G^{1,2}, Anoardo E¹

¹ Instituto de Física Enrique Gaviola (IFEG)

² Universidad Tecnológica Nacional (UTN), CIII - UTNFRCC

Se propone corregir ciertos artefactos que aparecen en imágenes obtenidas mediante técnica de Resonancia Magnética Nuclear utilizando equipos donde el campo magnético necesario para implementar el fenómeno de RMN presenta inestabilidades (en el caso en que es generado utilizando un electroimán) por variaciones indeseadas en la fuente de corriente asociada. Este fenómeno, degrada la imagen obtenida mediante este principio debido a corrimientos aleatorios de fase introducidos en las señales medidas de RMN, según se describe en [1]. Diferentes alternativas se han aplicado para corregir este defecto en las imágenes, algunas de ellas procesando la propia imagen [2] y recientemente se propuso un algoritmo que trabaja en el dominio de las señales obtenidas de RMN, previo a la construcción de la imagen a partir de ellas [3]. En este trabajo, se presenta una versión alternativa de este último, donde el método aplicado para encontrar la combinación de valores que corrige los corrimientos de fase indeseados, es obtenido a partir de la optimización de una función de costo mediante un algoritmo genético [4], y diseñada a partir de la comparación entre la imagen obtenida de una forma conocida, respecto de la esperada para dicho objeto, el cual forma parte

del probe donde se coloca la muestra bajo estudio. [1] E. Haacke, R. Brown, M. Thompson, and R. Venkatesan, Magnetic Resonance Imaging Physical Principles and Sequence Design., John Wiley and Sons, Inc, 1999. [2] D. Tamada. Review: Noise and artifact reduction for MRI using deep learning. Magnetic Resonance in Medical Sciences, 2020. [3] G. O. Forte, E. Anoardo. Implementación de una red Neuronal para corregir Imágenes de RMN distorsionada por ruido de fase. 107°RAFA. 27 al 30 de Septiembre 2022, Bariloche, Argentina. [4] S. Katoch, S. S. Chauhan, and Vijay Kumar. A review on genetic algorithm: past, present, and future. Multimedia Tools and Applications, Springer Nature 2020.

Poster ID: **IT-26**

Estudio de la correlación entre el desgaste (galling) y el tipo de lubricante usado en chapas de acero

Benedetti P¹ ², Ziegler D³, Insausti J³, Berge G³, Schlosser F³, Puccinell M³

¹ Departamento de Física. Universidad Nacional del Sur

² Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Bahía Blanca

³ Departamento de Ingeniería - Universidad Nacional del Sur

El “galling” es un fenómeno de desgaste que ocurre cuando dos piezas de metal deslizan una sobre la otra, y se produce una adhesión entre las superficies en contacto. ¿Cuál es la importancia de estudiar este proceso?

1. Prevención de daños: En el mismo se generan adhesiones y desprendimientos de material en la superficie, esto puede ocasionar daños en las piezas y comprometer su funcionalidad y durabilidad.

2. Ahorro de costos: El “galling” puede aumentar los costos de producción y mantenimiento, ya que se requiere reparar o reemplazar las piezas dañadas con mayor frecuencia. Al conocer el fenómeno, es posible desarrollar estrategias de preventión y mitigación para reducir los costos asociados.

3. Mejora de la calidad del producto: puede afectar la apariencia y el acabado de las chapas de acero, lo que puede afectar negativamente la calidad del producto final. Al estudiar este fenómeno, se pueden implementar mejoras en los procesos de producción y tratamiento superficial para evitar o minimizar el “galling” y garantizar la calidad del producto.

4. Optimización de los procesos de fabricación: analizar la ocurrencia del fenómeno ayuda a optimizar los procesos de fabricación, como el diseño de las herramientas utilizadas o la selección de los lubricantes adecuados y así mejorar la eficiencia de los procesos.

En resumen, estudiar el “galling” en chapas de acero es importante para prevenir daños, ahorrar costos, mejorar la calidad del producto y optimizar los procesos de fabricación. Esto contribuye a garantizar la funcionalidad, durabilidad y apariencia de las chapas de acero utilizadas en diversas industrias. En este trabajo se analiza el fenómeno en chapas de acero de bajo contenido de carbono, se pre-

pararon varias probetas y se ensayaron en una máquina de ensayos de fricción tipo Inland sobre chapa de acero desnuda, variando las condiciones del ensayo en cuanto a analizar el rol de los recubrimientos. Se usaron probetas con diferentes tratamientos de superficie, como el recubrimiento con lubricantes o la aplicación de un recubrimiento antifricción, en nuestro caso aceite Prelube, de viscosidad = 0,05896 Pa.s. y aceite TSD 996, de viscosidad= 0,69524 Pa.s.

En los ensayos de fricción, se aplicó una carga promedio de 500 daN. y se produjo el deslizamiento. Se midió la fuerza de fricción durante el ensayo y se examinaron las superficies de las probetas después de cada ensayo para evaluar el grado de “galling”.

Los resultados del estudio mostraron que las probetas con recubrimiento de lubricante tenían una menor fuerza de fricción y un menor grado de “galling” en comparación con las probetas sin recubrimiento. Esto indica que el lubricante reduce la adhesión entre las superficies en contacto y, por lo tanto, reduce el fenómeno estudiado. Por otro lado, las probetas con recubrimiento antifricción también mostraron una reducción en la fuerza de fricción y el fenómeno estudiado. Esto se debe a que el recubrimiento actúa como una barrera entre las superficies en contacto, evitando así la adhesión. A partir de este trabajo se demostró la importancia de utilizar lubricantes para reducir el “galling” en este tipo de material. Estos tratamientos permiten disminuir la adhesión entre las superficies en contacto, lo que a su vez reduce la fuerza de fricción y el desgaste.

Poster ID: **[IT-27]**

Efecto tamaño de fuente en termometría de radiación: Evaluación de modelos e incertidumbre de medición

Andreu G E¹, Napán Maldonado R¹, García Skabar J¹

¹ Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), Departamento de Termodinámica. Centro de Metrología Física.

El efecto de tamaño de la fuente (ETF) es una de las variables de mayor influencia en las mediciones de temperatura con termómetros de radiación. Éste se produce por efectos de difracción, dispersión en las componentes del termómetro de radiación cuando la radiación viaja del objeto que se desea medir hasta el detector. Debido a este efecto, también llega al detector la radiación producida por los alrededores de la zona de interés, y que puede incluir objetos que tienen diferentes temperaturas y emisividades.

En este sentido, el ETF (o SSE por sus siglas en inglés) se produce, debido a imperfecciones en el sistema óptico (difracción, reflexiones internas, etc.), pueda llegar al detector de radiación que proviene de zonas fuera del blanco. Por lo cual el tamaño de la fuente incide en el valor de temperatura que proporciona un termómetro de radiación. Este efecto puede reducirse si las condiciones de

calibración reproducen las condiciones de uso del termómetro de radiación. En muchos casos, los termómetros de radiación se utilizan para medir objetos de tamaño fijo, y cuya superficie es menor que el campo de visión del termómetro.

En Laboratorio de Radiación, del Departamento de Termodinámica en INTI, se mantienen los patrones de temperatura y una de las áreas específicas de trabajo es la medición de temperatura sin contacto, denominada termometría de radiación.

Actualmente, los usuarios de termómetros de radiación no toman en cuenta ciertos requerimientos de uso. Esto conlleva, a errores de medición. Por lo cual, se pretende establecer una metodología práctica que nos permitirá determinar si el instrumento de medición responderá favorablemente a las condiciones de trabajo para las que fue adquirido.

En este trabajo se ensayaron varios modelos experimentales propuestos por Bloembergen et al, mediante mediciones de SSE propias del laboratorio, y se analizaron la correlación entre el coeficiente D:S de los termómetros y los parámetros de los modelos en cuestión. A partir de lo anterior, se estudió la relación entre el aporte de este efecto a la incertidumbre de medición y el coeficiente de relación D:S. .

[1] P. Bloembergen, “Analytical representations of the size-of-source effect” 2009 Metrologia 46 534, <https://doi.org/10.1088/0026-1394/46/5/018>

Poster ID: **IT-28**

Medición de conductividad térmica mediante la aplicación de la técnica del hilo caliente

Costilla L¹, Martínez C¹, Domínguez D¹

¹ Universidad Nacional de Salta (UNSa), Departamento de Física

El rendimiento energético de un edificio depende de la masa y de la “envoltura térmica” del edificio, especialmente de las ventanas. Se ha encontrado que las pérdidas de calor a través de las ventanas representan alrededor del 30 % del consumo de la energía. Una manera de mejorar la masa térmica y aumentar la capacidad de almacenamiento consiste en utilizar ventanas de doble vidrio separadas por una capa de materiales de cambio de fase (MCF). Esto es, aprovechar la energía latente que se obtiene debido a cambios en la estructura molecular del material a medida que cambia de fase. Materiales como las parafinas, sales y diversas sustancias orgánicas han mostrado ser particularmente atractivas para estos fines. Para la caracterización de los MCF el conocimiento de la conductividad térmica es de particular interés. Además de este ejemplo se pueden mencionar otros en donde la importancia de conocer esta propiedad es fundamental, como ser los radiadores eléctricos, intercambiadores de calor, secadores, etc.

Para determinar la conductividad eléctrica se busca implementar el método del hilo caliente. Este método consiste de un hilo conductor de longitud L y resistencia inicial R_0 que se sumerge en la muestra investigada. Se calienta por efecto Joule, haciendo pasar una corriente eléctrica (I) a través de él. Debido a la disipación del calor generado, hacia la muestra por conducción, la temperatura (T) del hilo varía en función del tiempo (t) y la cinética de esta variación depende de las propiedades térmicas de la muestra. La conductividad térmica se puede determinar a partir de la curva ΔT en función de $\ln t$ y la solución analítica de la ecuación de la difusión del calor con las condiciones de frontera adecuadas, considerando el coeficiente térmico resistivo del hilo (σ), lo cual resulta en:

$$k = \frac{(I^3 R_0^2 \sigma)}{4\pi L} \left(\frac{d\Delta V(t)}{d(\ln t)} \right)^{-1}$$

Se analizan los resultados obtenidos a través de un dispositivo construido con hilo de platino para corrientes variables y diferentes materiales y fluidos.

Poster ID: **IT-29**

Diseño de homojunturas de GaAs para celdas solares mediante simulación numérica con PC1D.

Martínez Quintana L A¹, Barrera M^{2,3}

¹ Universidad Tecnológica Nacional (UTN), Facultad Regional Buenos Aires

² Instituto de Nanociencia y Nanotecnología (INN), Conicet

³ Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Departamento de Energía Solar

Las celdas solares constituidas por materiales semiconductores III-V son altamente eficientes y resistentes al daño por radiación, en particular las celdas de triple juntura (ATJ: *Advanced Triple Junction*) que se utilizan como fuente de potencia de satélites artificiales, entre otras aplicaciones espaciales [1-3]. En el presente trabajo se diseñan homojunturas centrales (*middle cells*) de celdas solares AJT, de Arseniuro de Galio (GaAs) para estudiar diversas capas anti reflectantes mediante simulaciones numéricas con el programa PC1D [4,5]. Se calculan la Respuesta Espectral, la Eficiencia Cuántica Externa y la densidad de corriente de cortocircuito, entre otras magnitudes, para cada tipo de capa utilizada. Por otro lado, se analiza la influencia de la profundidad de la juntura sobre los parámetros estudiados. Finalmente, se realizan comparaciones en el cálculo de los parámetros eléctricos del dispositivo para las dos últimas versiones del PC1D (5.9 y 6.2) [6,7]

- [1] Plá, et al, F. Semiconductor Science and Technology, 22(10), 1122 (2007)
- [2] Sato, S. I., et al, Journal of Applied Physics, 105(4) (2009)
- [3] Silva, F. D., and Micha, D. N. In 2019 34th Symposium on Microelectronics Technology and Devices (SBMicro) (pp. 1-4). IEEE (2019)

[4] Cappelletti, M. A., et al, Semiconductor Science and Technology, 31(11), 115020. (2016)

[5] PC1D available online at

<http://engineering.unsw.edu.au/energy-engineering/pc1d-software-for-modell>

[6] Cuevas, A., et al, Journal of Applied Physics, 80(6), 3370-3375, (1996)

[7] Yan, D., and Cuevas, A., Journal of Applied Physics, 114(4), (2013)

Poster ID: **IT-30**

Avances informáticos en AFA. Nuevas metas propuestas

Acuña A D² 1 3

¹ Asociación Física Argentina (AFA)

² Universidad Nacional de La Plata (UNLP), Facultad de Ingeniería (FI), Facultad de Informática (InfoUNLP)

³ Instituto de Física de La Plata (IFLP), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

La intranet de la Asociación Física Argentina contaba con serios problemas. Se puede destacar la ausencia de módulos administrativos comúnmente denominados *backoffice*¹, la ausencia de personal dedicado específico para realizar las actualizaciones, el envío retrasado de difusiones y la repetición o *suciedad* de la información en numerosos sectores del banco de datos. Aunque aún continúa en vigencia para diversas consultas, ese sistema era un software *enlatado*² y adaptado para las exigencias de hace 15 años. Sin embargo, la actualidad tiene otros enfoques administrativos provenientes de una quincena de años de crecimiento por parte de la AFA y la cantidad en aumento de sus asociados, lo cual hacía al proceso anterior incompatible para mejoras de gran envergadura, por lo que se decidió comenzar desarrollo y análisis del sistema desde cero.

La determinación de la actual comisión directiva para el relevo de su sistema interno y de inscripciones, traía consigo un desafío importante. Además del aspecto informático, estas decisiones también necesitan una actualización y reorganización del proceso administrativo, el aporte del usuario final ocasional como así también el del personal cotidiano más experimentado de la asociación, las filiales y divisiones.

Dentro de las tareas más importantes del reemplazo, figura la creación de un proceso controlado de envío de correos de difusión, la dotación de *administración total* a los perfiles específicos de la organización y el filtrado/normalización de módulos con mucha redundancia de datos como es el caso de los usuarios/usuarias en actividad o las afiliaciones para las autorías de los resúmenes. También es im-

portante aclarar que, como los procesos migratorios de sistemas pueden durar años bajo la etapa de la transitoriedad, se analizaron prioridades enfocadas en el *backend*³ para que el nuevo sistema ya pueda ser lo más útil posible para la actual RAFA sin olvidar las razones principales que llevaron a la decisión del reemplazo.

En el corriente año se pudo lograr una base sumamente firme llegando al paso más importante en un cambio de sistemas: la completa desconexión de la versión anterior. El mismo tiene fecha tras la finalización de la RAFA 108 y el traslado de toda la información histórica. Esta *versión 1.0* de la nueva intranet, contiene cimientos aptos para construir herramientas y módulos en la dirección que cualquier comisión directiva vigente necesite a través de los años. Los sistemas y la mejora continua están relacionados casi por necesidad diaria, por lo que siempre hay aportes, indicaciones y necesidades para agendar tanto en el futuro inmediato como a largo plazo.

Próximas prioridades de mejora a realizar:

- Dotación de tutoriales multimedia de ayuda a disponibilidad del usuario en todos los módulos.
- Prioridad en el *frontend*⁴ del sistema y la experiencia visual del usuario.
- Notificaciones automatizadas en otras etapas de la inscripción a las reuniones.
- Disponibilidad del idioma inglés en todo el sistema.
- Consolidación del pago dentro de la inscripción a través de medios electrónicos y la correspondiente la devolución de comprobantes de facturación.
- Agregado de pasos finales en la clasificación de los trabajos por parte del comité organizador y las divisiones.

Agradecimientos y menciones:

Comisión Directiva 2022.

Personal administrativo de AFA.

Comité Organizador RAFA 108 Bahía Blanca.

Coordinadores y coordinadoras de las divisiones/filiales de todo el país.

Los aportes funcionales de los usuarios y las usuarias de la comunidad.

Referencias:

- [1] Backoffice: herramientas utilizadas únicamente por el personal de la entidad e invisibles al usuario final.
- [2] Enlatado: denominación de un programa adquirido no personalizado al que solo se le realizan adaptaciones básicas para su uso.
- [3] Backend: sección centrada en los procesos del lado del servidor, lo organizacional, los datos y la lógica de cada módulo.
- [4] Frontend: segmento basado en las actividades del lado del usuario, el diseño visual y el aspecto funcional.

Materia Blanda

Charlas

Martes 19 de 14:20 a 14:40

Centro Histórico Cultural - Auditorio

Adsorción de un péptido flexible en el lado equivocado del punto isoeléctrico. Modelización del macropéptido de caseína.

Narambuena C¹², Blanco P⁴, Garce J³, Madurga S⁴, Mas F⁴

¹ Facultad Regional de San Rafael (FRSR)

² Instituto de Física Aplicada (INFAP)

³ Universidad de Lleida (UdL)

⁴ Universidad de Barcelona

En esta presentación vamos a analizar las condiciones de adsorción de un péptido flexible sobre un sustrato cargado en el lado equivocado del punto isoeléctrico (WSIP), es decir, cuando las cargas superficiales y peptídicas tienen el mismo signo. Como sistema modelo, vamos a usar el macropéptido de caseína (CMP), tanto en la forma aglicosilada (aCMP) como en la completamente glicosilada (gCMP). Modelamos el sustrato como un plano con carga uniforme, mientras que el CMP se trata como un modelo de grano grueso que incluye interacciones electrostáticas, efectos de volumen excluidos y equilibrio ácido/base. Mediante simulaciones de Monte Carlo (a pH y concentración de sal constante) se calcula el grado de cubrimiento, los perfiles de carga de los aminoácidos, etc. Concluimos que, por diferentes razones, el CMP puede adsorberse tanto en superficies cargadas positiva como negativamente en el WSIP. Para superficies cargadas negativamente, la adsorción de WSIP se debe a la distribución heterogénea de cargas: el péptido está unido a la superficie por el extremo cargado positivamente de la cadena, mientras que la repulsión de la superficie de la cola cargada negativamente es apantallada por los iones pequeños de la sal añadida. Este efecto aumenta con concentración de sal. Por el contrario, un sustrato cargado positivamente induce una fuerte regulación de carga del péptido: los grupos ácidos se desprotonan y el péptido se carga negativamente. Este efecto es más fuerte a bajas concentraciones de sal y es más intenso para gCMP que para aCMP, debido a la presencia de los grupos siálicos en gCMP.

Referencia

Adsorption of flexible proteins in the ‘wrong side’ of the isoelectric point: Casein macropeptide as a model system. Colloids and Surfaces B, 2022, 217, 112617.
<https://doi.org/10.1016/j.colsurfb.2022.112617>

Contacto: Claudio Narambuena, claudionarambuena@gmail.com

Martes 19 de 14:40 a 15:00

Centro Histórico Cultural - Auditorio

Propiedades estructurales y dinámicas de péptidos similares a la elastina cerca su transición crítica

García N A¹, Morozova T I², Barrat J³

¹ Instituto de Física del Sur (IFISUR), Departamento de Física, UNS, CONICET, Bahía Blanca, Argentina

² Institut Laue-Langevin, 71 Avenue des Martyrs, 38042 Grenoble, France

³ Univ. Grenoble Alpes, CNRS, LIPhy, 38000 Grenoble, France

Los péptidos similares a la elastina (ELPs) son proteínas artificialmente derivadas e intrínsecamente desordenadas (IDPs), que imitan la unidad de repetición hidrofóbica presente en la proteína elastina. Los ELPs se caracterizan por tener una temperatura de solución crítica inferior (LCST) en medios acuosos.

En este estudio, investigamos la secuencia GVG(VPGVG)₃ en una amplia gama de temperaturas (por debajo, alrededor y por encima de la LCST), así como a varias concentraciones, utilizando simulaciones de dinámica molecular tipo "full-atomistic".

En primer lugar, investigamos las propiedades estructurales de un solo péptido, y encontramos que este muestra un moderado colapso hidrofóbico con la temperatura. Creemos que esta observación podría deberse a que la longitud de la secuencia era corta.

Luego, examinamos la interacción entre dos péptidos y observamos que el potencial de fuerza media entre ellos cambia de repulsivo a atractivo con la temperatura, lo que indica un comportamiento similar al de LCST. A continuación, exploramos las propiedades dinámicas y estructurales de los péptidos en sistemas multicadena. En este sistema, reportamos la formación de agregados dinámicos con conformación en espiral. Además, el tiempo de vida de los contactos entre cadenas depende en gran medida de la temperatura y puede describirse mediante una ley de potencia, que es consistente con el comportamiento similar al LCST.

Finalmente, notamos que tanto el movimiento traslacional como el interno del péptido se ralentiza debido al aumento de la concentración y la temperatura.

Contacto: Nicolás Ariel García, nicolas.garcia@uns.edu.ar

Martes 19 de 15:00 a 15:20

Centro Histórico Cultural - Auditorio

Docking Molecular y Estudios de Dinámica Molecular para Identificar Probables Sitios de Unión y Ligandos de Fusexinas.

Obiol D¹, Zamarreño F¹, Vietri A¹, Amundarain M J¹, Costabel M¹

¹ *Grupo de Biofísica, Instituto de Física del Sur, Departamento de Física, Universidad Nacional del Sur y CONICET*

La reproducción sexual en varios organismos, incluyendo plantas, protozoos e invertebrados, es facilitada por las fusexinas, una familia de proteínas conocidas como fusógenos [1]. Evidencia reciente sugiere que las proteínas de fusión viral también pertenecen a esta misma familia de proteínas [2]. En este estudio, se investigaron posibles sitios de unión y ligandos de fusexinas utilizando un enfoque computacional multimetodológico que incluyó modelado por homología, docking molecular, simulaciones de dinámica molecular y análisis farmacocinético. Se empleó la estructura cristalina de fusexina (PDB ID: 7P4L) como punto de partida, y se utilizaron los programas SwissModel [3], POCASA 1.1 [4], COACH [5] y AutodockVina [6] para determinar posibles bolsillos de interacción y realizar virtual screening de moléculas pequeñas. Los complejos resultantes del docking molecular fueron evaluados en base a su energía de unión y patrones de interacción. Los ligandos más prometedores se sometieron a simulaciones de dinámica molecular con GROMACS21 [7] y el campo de fuerza CHARMM [8]. Además, se realizó un análisis farmacocinético y de toxicidad de los ligandos con el servidor pkCSM [9]. A partir de los ligandos más prometedores, se generaron computacionalmente moléculas análogas con diferentes grupos funcionales, dando lugar a múltiples generaciones de ligandos potenciales. Estos ligandos fueron sometidos a análisis de docking molecular, farmacocinética y toxicidad. Los resultados revelaron posibles sitios modulatorios y ligandos con características favorables de unión, y se identificaron dos moléculas como potenciales fármacos moduladores de fusexina. En resumen, este estudio proporciona conocimientos valiosos sobre las fusexinas y allana el camino para futuras investigaciones y desarrollo de intervenciones terapéuticas dirigidas a procesos mediados por fusexinas, mediante el uso de una estrategia computacional rigurosa y el desarrollo de múltiples generaciones de ligandos análogos.

Contacto: Marcelo Daniel Costabel, marcelo.costabel@uns.edu.ar

Martes 19 de 15:20 a 15:40

Centro Histórico Cultural - Auditorio

Interacción ADN-Iones y la estructura del agua.

Navarro Febre T¹, Campo M G¹, Corral G M¹

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

En este trabajo, se presenta un modelo de ADN en solución a una concentración de 0,1M de NaCl (Na: 35, Cl: 13), con el fin de realizar simulaciones por dinámica molecular clásica con el paquete GROMACS 2023. El modelo se basa en la estructura B-DNA del dodecámero de Dickerson [(1982) Proc Natl Acad Sci U S A 79: 4040-4044] y utiliza el campo de fuerzas amber99 sin modificaciones solvatado con el modelo de agua SPC-E (6719). El objetivo principal de este estudio es lograr la condensación de iones sodio en tiempos inferiores a 1 μ s y contar con un modelo de iones ya condensados. Para lograr esto, se calcula la distribución de cargas parciales sobre la molécula de ADN utilizando el método Mulliken y se genera la topología del modelo utilizando pdb2gmx. Se sigue el protocolo estándar de simulación A continuación, se lleva a cabo un estudio de la estabilidad estructural del modelo de ADN a lo largo de un período de 1 μ s. Se calcula la raíz cuadrada del desplazamiento cuadrático medio (RMSD) para evaluar la estabilidad estructural y se analizan los cambios conformacionales del ADN en presencia de NaCl en la solución. Finalmente, se analizan las funciones de distribución radial de los iones sodio en relación con los grupos fosfato del ADN, así como los puentes de hidrógeno entre los iones sodio y los átomos de oxígeno del agua. Además, se realiza una comparación entre los iones sodio que se encuentran condensados en la vecindad del ADN y aquellos que se encuentran en el seno de la solución. Los resultados obtenidos revelan una condensación de los iones sodio para este modelo de ADN en tiempos inferiores a 1 μ s, con una distribución preferencial alrededor de los grupos fosfato. Además, se observa una interacción significativa entre los iones sodio y los átomos de fósforo a través de puentes de hidrógeno mediados por agua. Se encuentra una mayor estructuración del agua alrededor de los iones sodio en la cercanía de la molécula de ADN, respecto de aquellos que se encuentran a distancias significativamente mayores.

Contacto: Tomas Navarro febre, tnavarrofebre@gmail.com

Martes 19 de 15:40 a 16:00

Centro Histórico Cultural - Auditorio

Fractura hidráulica de geles poliméricos

Gomez L¹, Ortellado L¹, Abate A¹, Santarossa A², Poeschel T²

¹ Departamento de Fisica, Universidad Nacional del Sur - IFISUR - CONICET, 8000 Bahia Blanca, Argentina.

² Friedrich-Alexander-Universitat Erlangen-Nurnberg, Alemania

En la actualidad, técnicas de fractura hidráulica son utilizadas en la extracción de hidrocarburos en yacimientos no convencionales, como el de Vaca Muerta

en Argentina. La optimización y sostenibilidad de la producción, tanto como la minimización de impactos ambientales, depende de un entendimiento claro de los mecanismos físicos que dictan la geometría y expansión de las fracturas. Toda fractura se divide en tres modos independientes [1]. El Modo I, o de apertura, se origina al inyectar el fluido y siempre es el impulsor principal de la fractura. Los Modos II y III, son los modos de corte. Mientras que el Modo II provoca una desviación en la trayectoria de la fractura, la presencia del Modo III lleva a la ruptura o segmentación de la misma. Aunque el acoplamiento de los modos I y II ha sido objeto de múltiples estudios, los efectos del Modo III en fractura hidráulica han sido menos estudiados [2,3]. En este trabajo llevamos a cabo experimentos en los que generamos fracturas hidráulicas en hidrogeles, por medio de la inyección de aire o espuma. Se emplea un equipo de laboratorio de fabricación propia que permite controlar los efectos de los modos I y III [4], creando fracturas en modo mixto I+III. La geometría y evolución de las fracturas fue analizada mediante tomografías de rayos X. Además, combinamos las fracturas obtenidas experimentalmente con cálculos de elementos finitos, a fin de obtener propiedades de la fractura que de otro modo serían inalcanzables por métodos experimentales.

Referencias

- [1] J. R. Rice et al., “Mathematical analysis in the mechanics of fracture” in Fracture: an Advanced Treatise, edited by H. Liebowitz (Academic Press, NY, 1968), 2, pp. 191–311.
- [2] D. D. Pollard, P. Segall, and P. T. Delaney, *Geol. Soc. Am. Bull.* **93**, 1291 (1982).
- [3] A. J. Pons and A. Karma, *Nature* **464**, 85 (2010).
- [4] A. Santarossa, L. Ortellado, A. Sack, L. R. Gómez, and T. Poeschel, *Rev. Sci. Instrum.* **94**, 073902 (2023).

Contacto: Leopoldo Raimundo Gomez, lgomez@uns.edu.ar

Miércoles 20 de 14:30 a 14:50

Centro Histórico Cultural - Auditorio

Estructuras y Dinámica de Ionómeros

Lance P S^{1,2}, Vega D A^{1,2}, Gómez L R^{1,2}

¹ Universidad Nacional del Sur (UNS)

² Instituto de Física del Sur (IFISUR)

En las últimas décadas los materiales poliméricos han sido un gran foco de atención debido a su gran versatilidad, presentando un gran número de propiedades modificables, como por ejemplo: el grado de polimerización, porcentaje de regiones vitreas o cristalinas, composición y estructura de las cadenas, etc[1-5].

Esto otorga a los polímeros una alta eficiencia en distintos usos, como en materiales de construcción, recubrimientos, celdas de baterías, instrumentos plásticos, empaquetamientos, prótesis médicas, etc. Cuando el polímero presenta pequeñas proporciones de partículas con carga en su cadena el material se conoce como ionómero. Estas cargas suelen ser neutralizadas con cargas libres, y la interacción electroestática entre estas puede conducir a la formación de agregados multipolares de carga(clusters). Estos clusters dependerán de la composición y proporción de las cargas presentes, produciendo grandes cambios en las propiedades del material. Algunos de estos materiales presentan gran resistencia a impactos y son utilizados en envases de perfume o recubrimientos de pelotas de golf. Ciertos tipos de ionómeros presentan además la capacidad de autoregenerarse luego de una ruptura en ciertas condiciones[6-7].

Este trabajo se enfoca en la simulación de ionómeros a través de dinámica molecular de grano grueso. El modelo utilizado corresponde al poly(ethylene-co-acrylic acid)(PEAA) que ha sido ampliamente utilizado[8-9]. Se analiza la formación de los conglomerados de cargas en función de la distribución y cantidad de las mismas. También se estudia como los agregados de cargas influyen en la compresión dinámica rápida, tipo onda de choque, del sistema.

- [1] Gartner, T. E., et al. *Macromolecules*, 2019, 52(3), 755-786.
- [2] Fu, Y., et al. *Computational Materials Science*, 2015, 96, 485-494.
- [3] Reith, D., et al. *Macromolecules*, 2001, 34, 2335-2345.
- [4] Triandafilidi, V., et al. *Journal of Polymer Science*, 2016, 22, 2318-2326.
- [5] Sampath, J., et al. *Macromolecules*, 2018, 51(2), 626-637.
- [6] Kalista Jr, et al. *Journal of the royal society interface*, 2007, 4(13), 405-411.
- [7] Varley, R. J., et al. *Acta Materialia*, 2008, 56(19), 5737-5750.
- [8] Hall, L. M., et al. *Macromolecules*, 2012, 45(19), 8097-8108.
- [9] Sampath, J., et al, *The journal of Chemical Physics*, 2017, 147(13), 134901.

Contacto: Pedro Lance, pedro-lance@hotmail.com

Miércoles 20 de 14:50 a 15:10

Centro Histórico Cultural - Auditorio

Análisis de la reología de nanocomuestos poliméricos

Negri L^{1,2}, García N A^{1,2}, Gómez L R^{1,2}, Vega D A^{1,2}

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

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

Sur (IFISUR)

Comprender el comportamiento mecánico y viscoelástico de los polímeros es tanto de interés básico, como también fundamental a la hora de considerar sus aplicaciones tecnológicas. Las propiedades mecánicas de los polímeros en fundido y en soluciones concentradas dependen fundamentalmente del peso molecular de las cadenas. El efecto principal de aumentar el peso molecular es el surgimiento de restricciones topológicas entre las cadenas conocidas como entrelazamientos [1]. En la actualidad, se sabe que los entrelazamientos son un aspecto universal de la física de los polímeros y surgen en cualquier polímero flexible si la cadena es lo suficientemente larga y la densidad lo suficientemente alta.

Dentro de los materiales macromoleculares, los nanocomuestos poliméricos son una clase fascinantes de materiales híbridos que contienen nanopartículas (NPs) típicamente inorgánicas incrustadas en una matriz polimérica que permiten ajustar las propiedades macroscópicas a escala nanométrica [2, 3]. Un aumento en la concentración de las nanopartículas incrustadas en la matriz del polímero refuerza, en general, las propiedades mecánicas del nanocomuesto, aumentando el módulo elástico y la viscosidad, así como la temperatura de transición vítrea (T_g), [2, 3] lo que permitiría obtener materiales con alta resistencia al impacto. Sin embargo, una observación opuesta, la disminución de la viscosidad, también se informó recientemente, y las razones fundamentales detrás de este fenómeno son poco conocidas hasta ahora [4]. Este efecto podría estar relacionado con la esperada reducción de los enredos moleculares inducida por el confinamiento local de nanopartículas cercanas, pero esta hipótesis aún no se ha confirmado.

En este trabajo se realizaron estudios teórico-computacionales sobre las propiedades mecánicas y viscoelásticas de nanocomuestos poliméricos de alto interés básico y tecnológico, a fin de obtener una mejor comprensión de estas propiedades de la macro-escala y entender su dependencia con aspectos de la micro-escala como son los moleculares y nanoestructurales.

Para lograr esto, se llevaron a cabo simulaciones teórico-computacionales en las cuales tanto las nanopartículas como los polímeros pueden moverse y difundir dentro del sistema [5]. Se exploraron diferentes pesos moleculares, porcentajes de carga de las nanopartículas y tamaños de partículas, obteniendo un total de 27 sistemas distintos. Se pudo determinar un rango óptimo de concentraciones de nanopartículas donde se refuerzan notablemente las propiedades mecánicas del nanocomuesto aumentando su módulo elástico y su viscosidad. Además, se observó que cuando la concentración de las NPs es muy alta estas dejan de distribuirse uniformemente en la matriz y tienden a aglomerarse localmente (incluso cristalizando) lo que desvanece el refuerzo mecánico. Por otro lado, a medida que las NPs incrementan su tamaño respecto a las cadenas, este refuerzo también disminuye. Finalmente, se encontró que los ends de las cadenas tienden a posicionarse sobre

la superficie de las nanopartículas debido al beneficio energético y entrópico que esto tiene para el sistema.

En general, se encontró que el principal desafío en este conjunto de simulaciones fue la aglomeración de las nanopartículas, lo que generó una serie de efectos indeseables, principalmente la complicación para estudiar los entrelazamientos entorno a las NPs ‘libres’. Por lo tanto, se decidió repetir las simulaciones, esta vez fijando las partículas en el espacio y permitiendo que las cadenas poliméricas difundan dentro de esta red fija de nanopartículas, evitando así la aglomeración. Los resultados preliminares de este nuevo enfoque son que las NPs aumentan los entrelazamientos en el sistema, atrayendo, además, los extremos de las cadenas poliméricas hacia su superficie [1].

- [1] NA García and JL Barrat, *Macromolecules*, 51, (2018) 9850
- [2] J Choi et al, *Macromolecules*, 47, (2014) 2404
- [3] RD Priestley et al, *Science*, 309, (2005) 456
- [4] H Wang et al, *ACS Nano*, 12, (2018) 5580
- [5] SC Glotzer, et al, *Annual Review of Materials Research*, 32 (2002) 401

Contacto: Lara Negri, laranegri98@gmail.com

Miércoles 20 de 15:10 a 15:30

Centro Histórico Cultural - Auditorio

Temperature dependence of fast relaxation processes in amorphous materials

Rodríguez López G¹, Martens K², Ferrero E E³ ¹

¹ Instituto de Nanociencia y Nanotecnología, CNEA-CONICET, Centro Atómico Bariloche, S. C. de Bariloche, Río Negro, Argentina

² Univ. Grenoble Alpes, CNRS, LIPhy, Grenoble, France

³ Universitat de Barcelona, Martí i Franquès, Barcelona, Spain. Institute of Complex Systems (UBICS), Universitat de Barcelona

We examine the structural relaxation of glassy materials at finite temperatures, considering the effect of activated rearrangements and long-range elastic interactions. Our three-dimensional mesoscopic relaxation model shows how the displacements induced by localized relaxation events can result in faster-than-exponential relaxation. Thermal activation allows for local rearrangements, which generate elastic responses and possibly cascades of new relaxation events. To study the interplay between this elastically-dominated and thermally-dominated dynamics, we introduce tracer particles that follow the displacement field induced by the local relaxation events and also incorporate Brownian motion. Our results reveal that

the dynamic exponents and shape parameter of the dynamical structure factor depend on this competition and display a crossover from faster-than-exponential to exponential relaxation as temperature increases, consistent with recent observations in metallic glasses. Additionally, we find the distribution of waiting times between activations to be broadly distributed at low temperatures, providing a measure of dynamical heterogeneities characteristic for glassy dynamics.

Contacto: Gieberth Rodriguez lopez, gieberth@gmail.com

Miércoles 20 de 15:30 a 15:50

Centro Histórico Cultural - Auditorio

Shear response of a glassy polymeric system

Shaikh M¹, García N A¹, Gómez L R¹, Ferrero E E³ ²

¹ Departamento de Física and Instituto de Física del Sur, IFISUR (UNS-CONICET), Bahía Blanca, Argentina.

² Instituto de Nanociencia y Nanotecnología, CNEA-CONICET, Centro Atomico de Bariloche.

³ Institute of Complex Systems, Universitat de Barcelona, Barcelona, Spain

Many physical systems are the subject of a competition between a (static or dynamic) disorder that freezes its constituents and an external field that induces a movement. Even if these phenomena take place on a microscopic scale, they have consequences up to the macroscopic scale. The purpose of our project is to build a statistical physics of materials that takes into account these effects of disorder, leading in particular to dynamic transitions of the yielding type (in amorphous materials) or of depinning type (for elastic systems with frozen disorder). Examples range from earthquakes to magnetic or ferroelectric interfaces, to growth forms, or to the mechanics of dense and amorphous media. Although of very varied scales and microphysics, the dynamics of these systems is universally described by a common image: a succession of avalanches induced by noise. We want to study situations that come out of standard models (the theory of disordered elastic systems) used to describe these phenomena: for example, the statistics of avalanches where memory effects are essential, precursors of catastrophic events such as fracture, domain wall dynamics, the position of which is correlated with an internal degree of freedom and crucially implements correlations of environmental disorder, the role of topology and crystallinity in polymer systems. We wish to study these problems in a unified framework where the understanding of a particular system will shed light on physically different systems belonging to the same class.

Contacto: Mubeena Shaikh, mshaikh@ifisur-conicet.gob.ar

Miércoles 20 de 15:50 a 16:10

Centro Histórico Cultural - Auditorio

Interacción de nanovectores para terapia fotodinámica con membranas celulares modelo. Un estudio físico.

Martinelli H¹, Guisasola E², Moya S², Ritacco H¹

¹ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Universidad Nacional del Sur (UNS), Instituto de Física del Sur (IFISur). Bahía Blanca. Argentina

² Centro de Investigación Cooperativa en Biomateriales (CIC BiomaGUNE), San Sebastián. España

Introducción: En terapia fotodinámica para el tratamiento de ciertos tipos de cáncer, se administra a la célula cancerígena unas moléculas fotosensibles, *photosensitizers* en inglés, que son capaces de producir *especies de oxígeno reactivo* (ROS, reactive oxygen species) al ser iluminadas con luz de cierta longitud de onda. La producción de ROS cerca del tejido enfermo produce un stress oxidativo que mata a la célula cancerígena. Para que los *photosensitizers* funcionen debe haber oxígeno en la zona del tejido a tratar, sin embargo, es frecuente que el tejido cancerígeno sufra de hipoxia, falta de oxígeno. Para incrementar la eficiencia de la terapia fotodinámica, hemos diseñado nanovectores, nanogel-enes en este trabajo, en base a hemoglobina para administrar simultáneamente los *photosensitizers* y oxígeno a la zona a tratar, de forma tal de incrementar la producción de ROS.

Experimentos: En este trabajo presentamos resultados de la interacción de tales nanoportadores con modelos de membranas celulares en base a monocapas lipídicas. Hemos usado dos modelos de membrana, uno con bajo contenido en colesterol, siendo este un modelo de célula sana; y otro contenido hasta 30 % en mol de colesterol, composición encontrada en membranas de células de cáncer de mama, y que usamos como modelo de célula enferma. Para caracterizar estas interacciones utilizamos reología interfacial de membrana en Balanza de Langmuir y reflectometría de rayos-X. Los nanovectores a su vez, han sido estudiados por Light Scattering, Small angle X-ray scattering (SAXS), microscopía TEM y efecto Kerr, entre otras técnicas.

Resultados y Conclusiones: Las medidas de reología interfacial nos han permitido identificar y cuantificar la interacción nanogel-membrana. Hemos encontrado que, según la formulación y composición de los nanovectores, su interacción con las membranas modelo es distinta. En algunos casos, los nanogel-enes interaccionan con los modelos de membrana de una célula sana pero no con aquellos de la membrana enferma, mientras que otras formulaciones muestran el comportamiento inverso. El origen físico de estas diferencias resulta de un balance de las interacciones electrostáticas, mediadas por el potencial-Z de los nanogel-enes y el potencial superficial de la membrana, que a su vez dependen de las composiciones

de ambas, y de interacciones hidrofóbicas e impedimentos estéricos. Estos últimos dependientes del contenido de colesterol de la membrana modelo. Estos resultados son prometedores y permiten, además de entender los mecanismos y la física de interacción membrana-nanovector, seleccionar los sistemas más adecuados para su ensayo posterior en animales, abriendo la posibilidad del diseño racional de nanoportadores para terapias fotodinámicas.

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

Miércoles 20 de 16:10 a 16:30

Centro Histórico Cultural - Auditorio

Dinámica del agua en el interior de componentes de celdas de combustible de membrana de intercambio protónico

Robledo Flores D F^{1 2 3 5}, Jiménez García J C^{2 4 5}, Franceschini E A^{2 4 5}, Velasco M I^{2 3 5}

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

² Universidad Nacional de Córdoba (UNC)

³ Instituto de Física Enrique Gaviola (IFEG)

⁴ Instituto de Investigaciones en Físico-Química de Córdoba (INFIQC)

⁵ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

El vector hidrógeno es de vital importancia para la transición energética global. Las celdas de combustible de membrana de intercambio protónico (PEMFC de sus siglas en inglés) son la tecnología que mejor aprovecha este vector energético. Las PEMFC tienen como residuo de reacción agua. La membrana de intercambio protónico (PEM), y la capa catalítica (CL) son los elementos donde se lleva a cabo la reacción electroquímica en las PEMFC. La PEM está formada por un polímero poroso llamado Nafion. Por otro lado, la CL está formada por una pintura porosa de carbón, Nafion y platino. El agua en el interior de la PEM y la CL es la principal transportadora de los reactivos, por lo que es necesario estudiar la dinámica del agua en estos elementos [1]. Al mejorar el transporte de reactivos se mejora el rendimiento, se minimiza los recursos, y se alarga la vida útil de las PEMFC. La resonancia magnética nuclear (RMN) es una herramienta no destructiva muy usada en la caracterización en sistemas porosos [2]. La RMN puede brindar información sobre el nivel de confinamiento, interacción, y autodifusión de un fluido con el interior de un medio poroso. En el presente trabajo se realizaron dos estudios por medio de RMN de campo bajo. Por un lado, para analizar la dinámica del sistema PEM, se utilizó membrana de Nafion 117, totalmente hidratada y deshidratada. Se realizaron estudios de RMN de tiempo de relajación

longitudinal T_1 y transversal T_2 del agua en el interior, variando la temperatura entre 253 a 353 K. Con estos datos se construyeron gráficos de Arrhenius. En el experimento T_2 de la muestra hidratada, se encontraron dos poblaciones de 1H . Una de las poblaciones corresponde al agua de solvatación de los grupos SO_3^- de la membrana, mientras que la otra corresponde al agua en el interior de los poros de la PEM. En el experimento T_2 de la muestra deshidratada, solo se observó una población, correspondiente al agua adherida a los extremos SO_3^- del polímero. Se observó un cambio en la dinámica alrededor de los 333 K, y un aumento en las poblaciones cercanas a las paredes de los poros. Esto se debe a que, a esta temperatura, la esfera de hidratación de los grupos SO_3^- reduce su tamaño dejando más agua libre [3] y esta agua libre abre nuevos canales en la estructura de la membrana [4]. En otras palabras, se produce una reestructuración de los canales de la membrana, aumentando también la movilidad del agua en su interior. Por otra parte, se utilizaron 4 matrices porosas de carbón platino (2 % p/p) con diferentes cantidades de Nafion (a partir de soluciones con 0, 15 , 30 , y 45 μl) hidratadas al 30 % p/p. Para determinar los coeficientes de difusión del agua en las muestras (D), se utilizaron experimentos de RMN. De estos resultados, se observa que el polímero facilita la difusión del agua, ya que D aumenta en las muestras que contienen Nafion. La máxima difusión se encontró para la muestra que se realizó con 30 μl de solución. Mientras que para 45 μl de polímero, D disminuye. Esto se debe a la formación de clusters de Nafion donde el agua tiene mejor difusión, mientras que cuando se aumenta más cantidad de solución los clusters se cierran formando pequeñas porciones de membrana (donde la difusión se ve disminuida). Estos resultados son comparables en tendencia con cálculos de dinámica molecular[5]. En resumen, mediante el uso de RMN se pudo estudiar la dinámica de agua en dos sistemas porosos con relevancia en la fabricación y diseño de PEMFC.

- [1] Jiménez-García et al, Physical Chemistry Chemical Physics, vol. 23, no. 48, pp. 27543–27551, 2021.
- [2] Silletta et al, Fuel, vol. 312, p. 122863, 2022.
- [3] Morita & Kitagawa, Journal of Molecular Structure, vol. 974, no. 1–3, pp. 56–59, 2010.
- [4] Gebel, Polymer, vol. 41, no. 15, pp. 5829–5838, 2000.
- [5] Jiménez-García et al, International Journal of Hydrogen Energy, (under review).

Contacto: Daniel Fernando Federico Robledo flores, daniel.robledo.flores@unc.edu.ar

Miércoles 20 de 16:30 a 16:50

Centro Histórico Cultural - Auditorio

Cinética de reacción en la producción de nanopartículas de Pd en microemulsiones inversas. Efecto sobre el tamaño de la partícula.

Sánchez M. J F¹, Sánchez M D¹, Ritacco H A¹

¹ Instituto de Física del Sur (IFISur), Departamento de Física, Universidad Nacional del Sur (UNS), CONICET, Av. L.N. Alem 1253, B8000CPB - Bahía Blanca, Argentina.

Introducción: Las microemulsiones[1] w/o “water-in-oil” están formadas por pequeñas gotas de agua dispersas en una un líquido no polar[2]. La dispersión está estabilizada por la presencia de un surfactante que forma una monocapa sobre la interfaz líquido-líquido, dando lugar a micelas con núcleo acuoso. El tamaño de las micelas puede regularse modificando la relación molar agua-tensoactivo (ω_0), de tal forma que pueden usarse como nanoreactores para llevar a cabo reacciones químicas, en fase acuosa, de formación de nanomateriales[3], entre estos nanopartículas metálicas. Debido a que la síntesis se realiza bajo confinamiento espacial, uno podría en principio controlar el tamaño de la partícula producida variando el tamaño de la micela (por ejemplo, cambiando el ω_0). Sin embargo, la idea de que el tamaño de la micela controla el tamaño de la partícula sintetizada, es una visión simplista que generalmente no se verifica experimentalmente. Nosotros hemos planteado la hipótesis de que el tamaño de las partículas está controlado por la velocidad de reacción y no por el tamaño de la microemulsión. Para probar esta hipótesis hemos diseñado una serie de experimentos para la síntesis de Pd metálico. Elegimos paladio porque este no tiene plasmón en el UV-Vis, y por tanto podemos estudiar la cinética de reacción por espectroscopía UV-vis, siguiendo el pico de adsorción de la sal metálica precursora, sin interferencia del plasmón superficial de la partícula sintetizada.

Experimentos: En este trabajo, las microemulsiones fueron formuladas con benceno y agua como fases continua y dispersa, respectivamente, utilizando bromuro de n-dodeciltrimetilamonio (DTAB) y n-octanol como surfactante y co-surfactante. Utilizando espectroscopía UV-vis resuelta en el tiempo, medimos las velocidades de reacción en la producción de nanopartículas de paladio (Pd) dentro de las microemulsiones a diferentes concentraciones de reactivos y diferentes temperaturas, manteniendo constantes todos los demás parámetros, en particular el tamaño de las micelas. Posteriormente, correlacionamos las velocidades de reacción medidas con los tamaños de las partículas obtenidas, que medimos mediante microscopía electrónica de transmisión (TEM).

Resultados: Se encontró experimentalmente que la cinética de reacción es de primer orden en el agente reductor (NaBH_4) y de orden cero en el precursor de paladio (PdCl_2). Descubrimos que el tamaño de las nanopartículas aumenta linealmente a medida que aumentan las velocidades de reacción, independiente-

mente de las concentraciones reales de los reactivos o la temperatura. Proponemos un modelo cinético que explica la cinética observada experimentalmente, y predice la evolución del tamaño de partícula con parámetros de la formulación de las microemulsiones (volumen de agua, tamaño de micela, concentración), que aún deben ser corroborados experimentalmente.

- [1]. D. Langevin, D. Microemulsions. Acc. Chem. Res. 1988, 21 (7), 255–260.
- [2]. S.A.Tovstun,V.F.Razumov.Russ.Chem.Rev.80(10)(2011)953-969.
- [3]. M.A. López-Quintela.Curr.Opin.ColloidInterfaceSci.8(2003)137-144.

Contacto: Jhon F. Sanchez m., sanchezmorales@ifisur-conicet.gob.ar

Jueves 21 de 14:00 a 14:20

Centro Histórico Cultural - Auditorio

Kinetic modeling of the chemotactic process in run-and-tumble bacteria

Villa Torrealba A¹, Navia S¹, Soto R¹

¹ Universidad de Chile (UChile), Departamento de Física, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas

The chemotactic process of run-and-tumble bacteria results from modulating the tumbling rate in response to changes in chemoattractant gradients felt by the bacteria. The response has a characteristic memory time and is subject to important fluctuations. These ingredients are considered in a kinetic description of chemotaxis, allowing the computation of the stationary mobility and the relaxation times needed to reach the steady state. For large memory times, these relaxation times become large, implying that finite-time measurements give rise to nonmonotonic currents as a function of the imposed chemoattractant gradient, contrary to the stationary regime where the response is monotonic. The case of an inhomogeneous signal is analyzed. Contrary to the usual Keller-Segel model, the response is non-local, and the bacterial profile is smoothed with a characteristic length that grows with the memory time. Finally, the case of traveling signals is considered, where appreciable differences appear compared to memoryless chemotactic descriptions.

Contacto: Andrea Angélica Villa torrealba, aavillat@gmail.com

Jueves 21 de 14:20 a 14:40

Centro Histórico Cultural - Auditorio

Título: Lab On a Chip para reproducción in-vitro buscando la ultraconfinación más óptima.

Palacio Fornero M^{1,2}, Bettera Marcat M A^{1,2}, Banchio A J^{1,2}, Marconi V I^{1,2}

¹ Facultad de Matemática Astronomía y Física (FAMAF)

² Instituto de Física Enrique Gaviola (IFEG)

El aumento a nivel mundial de la infertilidad genera la necesidad de implementar el uso de técnicas de fertilización asistida[1]. Los métodos utilizados actualmente en la clínica son ineficientes y costosos. Nuestro equipo de trabajo ha contribuido al desarrollo de dispositivos microfluídicos especializados en reproducción humana[2,3,4]. Con el fin de implementar mejoras a los mismos, proponemos incorporar el uso de microdispositivos con múltiples largos canales de diámetro semejante al tamaño celular. En los canales los espermatozoides se encuentran confinados entre paredes separadas por distancias del orden del tamaño celular, es decir, se hallan ultraconfinados. La dinámica en el interior de los mismos cambia respecto a cuando se encuentran lejos de las superficies debido a que la interacción con las paredes domina[4]. Este fenómeno puede inducir problemas para el tránsito de espermatozoides debido al aumento local de la densidad que supone el ultraconfinamiento.

Con el fin de proponer la fabricación de dispositivos con geometrías óptimas que logren una concentración eficiente, se modeló la dinámica de un sistema de espermatozoides, implementando parámetros de movilidad medidos experimentalmente. Se caracterizó la dinámica espermática en canales estrechos, los cuales ya demostramos que son más eficientes para el transporte dirigido. Observamos que para anchos de canal mayores a dos diámetros celulares las agrupaciones disminuyen, es decir, la probabilidad de que un nadador este solo es mayor. Sugerimos la utilización de estos anchos de canal para disminuir la formación de clusters. Cuantificamos la probabilidad de tener acumulaciones en función de la densidad de la muestra y de las interacciones entre nadadores. Estos resultados esperan aportar positivamente a la fabricación de microdispositivos más eficientes que puedan ser incorporados en la clínica.

[1] Microfluidics for sperm analysis and selection, Nosrati, et. al. Nature Review Urology, 14(12) 707-730 (2017).

[2] Geometrical guidance and trapping transition of human sperm cells, A. Guidobaldi, Y. Jeyaram, I. Berdakin, V. V. Moshchalkov, C. A. Condat, V. I. Marconi, L. Giojalas, and A. V. Silhanek. Phys. Rev. E 89, 032720 (2014).

[3] Disrupting the wall accumulation of human sperm cells by artificial corrugation, H. A. Guidobaldi, Y. Jeyaram, C. A. Condat, M. Oviedo, I. Berdakin, V. V. Moshchalkov, L. C. Giojalas, A. V. Silhanek, and V. I. Marconi. Biomicrofluidics 9, 024122 (2015).

[4] Hitting the wall: Human sperm velocity recovery under ultra-confined

conditions, M. A. Bettera Marcat, M. N. Gallea, G. L. Miño, M. A. Cubilla, A. J. Banchio, L. C. Giojalas, V. I. Marconi, and H. A. Guidobaldi. Biomicrofluidics 14, 024108 (2020). Sci.Light 2020.

Contacto: Marina Palacio fornero, marinapalacio24@gmail.com

Jueves 21 de 14:40 a 15:00

Centro Histórico Cultural - Auditorio

Estudio computacional de fuerzas activas en mitocondrias y microtúbulos

Brigante A², Fernandez Casafuz A^{1,2}, Monastra A³, Bruno L^{1,2}

¹ Instituto de Cálculo (IC), Universidad de Buenos Aires (UBA)

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

³ Universidad Nacional de Gral. Sarmiento (UNGS)

Entender y cuantificar las fuerzas activas es importante para comprender la mecánica y funcionalidad de los procesos biológicos complejos a nivel intracelular. Estudios recientes muestran que los filamentos del citoesqueleto (microtúbulos, filamentos intermedios y de actina) interactúan mecánicamente con las mitocondrias y transmiten fuerzas a estas organelas, moldeando sus movimientos y formas. En particular, se ha demostrado que los microtúbulos cumplen un rol fundamental en la distribución y morfología de la red mitocondrial, que en muchos tipos celulares poseen una geometría filiforme. Comprender los mecanismos subyacentes a este fenómeno requiere de una investigación exhaustiva de los efectos de las fuerzas activas involucradas sobre estas estructuras. En este trabajo se utilizó un modelo del tipo worm-like chain model para simular el comportamiento de una mitocondria filamentosa o un microtúbulo, inmersos en un medio viscoso, en presencia de agitación térmica. Con el objetivo de comprender cómo las fuerzas afectan la evolución de estas estructuras, se aplicaron fuerzas externas de 50-200 pN en diferentes puntos del filamento, en diversas direcciones y con duraciones variables. El parámetro que caracteriza el comportamiento mecánico del filamento es la rigidez flexural, que se obtuvo de trabajos anteriores para microtúbulos [Pallavicini 2014] y mitocondrias [Fernández Casafuz 2021-2022].

Para el caso de los microtúbulos, estudiamos dos casos: una fuerza compresiva y longitudinal en un extremo del filamento que produce un evento de pandeo (buckling); y una fuerza transversal intermitente aplicada en un tercio del filamento que lo estira y deforma. Para las mitocondrias, consideramos puntos de anclaje fijos y variables en el tiempo). En todos los casos se exploró el comportamiento de relajación en ausencia de fuerzas activas y para distintas viscosidades del medio. Finalmente, se simularon escenarios en los que se acoplan ambos tipos de

filamentos.

Se analizaron las distribuciones de curvatura y longitud, así como su evolución temporal. Los resultados fueron comparados con datos experimentales obtenidos del seguimiento de microtúbulos y mitocondrias fluorescentes en células melanóforas de *Xenopus laevis* [Pallavicini 2014, Fernández Casafuz 2021-2022].

Los análisis preliminares muestran que las mitocondrias simuladas requieren la acción de fuerzas activas para desplegar comportamientos similares a los observados en las mitocondrias de células vivas.

[Pallavicini 2014]: <https://doi.org/10.1016/j.bpj.2014.04.046>

[Fernández Casafuz 2021]: <https://doi.org/10.1088/1361-648X/ac3e9c>

[Fernández Casafuz 2022]: <https://doi.org/10.1038/s41598-023-31121-w>

Contacto: Azul Maria Brigante, azulmariabrigante@gmail.com

Jueves 21 de 15:00 a 15:20

Centro Histórico Cultural - Auditorio

Comparación en la descarga de un silo biselado y una tolva.

Gago P¹, Madrid M A^{2 3 4}

¹ Imperial College London

² IFLYSIB

³ CONICET

⁴ UTN-FRLP

A diferencia de las tolvas, donde la inclinación es a lo largo de toda la base del contenedor, los silos tienen base plana con una abertura cuyo espesor y/o inclinación suele despreciarse. En el presente trabajo investigamos el efecto del bisel en el caudal de descarga de esferas de un solo tamaño desde un silo quasi 2-D utilizando el método de elementos discretos. La región del bisel se limita a medio diámetro de esfera. Mostramos que el biselado aumenta el caudal en comparación con la inclinación de las paredes de la tolva. Utilizando el modelo de Beverloo, relacionamos este aumento de caudal con lo que definimos como ‘apertura efectiva’ del silo y analizamos los perfiles de velocidad asociados con las descargas. Mostramos que diferentes aperturas, que tienen efectivamente las mismas tasas de descarga, dan lugar a dinámicas internas diferentes en el silo. Estos resultados podrían ayudar a los procesos industriales al ajustar y mejorar el control de las descargas de silos, con un impacto mínimo en el diseño del silo, lo que reduce significativamente los costos de producción y manejo.

Contacto: Marcos Madrid, marcosamadrid@gmail.com

Jueves 21 de 15:20 a 15:40

Centro Histórico Cultural - Auditorio

Estudio experimental de la influencia de obstáculos cilíndricos en el factor de amortiguación de amortiguadores granulares

Suarez R E¹, Gómez Paccapelo J M¹, Ferreyra M V¹, Pugnaloni L A^{1,2}

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

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

Un amortiguador granular (AG) es un dispositivo pasivo que utiliza las propiedades disipativas de los materiales granulares para reducir la amplitud de vibración de diferentes sistemas mecánicos. El diseño más simple de un AG consiste en un recinto hueco que contiene partículas sólidas en su interior. Cuando el sistema mecánico se encuentra en movimiento, las partículas dentro del AG disipan la energía cinética gracias a las colisiones inelásticas y a la fricción entre sí y con las paredes del recinto. A diferencia de los amortiguadores convencionales, los AG presentan ventajas en condiciones hostiles (temperaturas o presiones extremas) y son de fácil construcción y de bajo costo [1]. Sin embargo, su comportamiento altamente no lineal restringe su aplicación. Dentro del AG, las partículas colisionan una y otra vez contra el techo y el piso del recinto en cada ciclo de oscilación, intercambiando momento entre ellas en intervalos de tiempo muy cortos. Al añadir obstáculos en el interior del AG, se busca evitar colisiones frontales entre las partículas y las paredes, logrando una distribución más uniforme de la energía y el momento en el sistema de partículas. En este trabajo experimental, se utilizaron obstáculos cilíndricos de diferentes diámetros (de 1,3 mm a 7,9 mm) en el interior del AG con el objetivo de estudiar qué sucede con la disipación de energía a diferentes frecuencias y amplitudes de vibración para cada caso. Se midió tanto la fuerza con la que se excitó el AG como la aceleración resultante. Los resultados mostraron que para frecuencias bajas (30 Hz, 40 Hz y 50 Hz) y obstáculos con diámetro mayor a 5,2 mm, se redujo el crecimiento abrupto del factor de amortiguación conocido como **collect-and-collide** [2]. Esto permitió obtener un factor de amortiguación menor pero más constante en un rango amplio de amplitudes de vibración. Sin embargo, no se observaron diferencias significativas para frecuencias mayores (alrededor de 110 Hz) o incluso cuando se utilizaron obstáculos con diámetros menores a 5,2 mm. Los resultados de esta investigación pueden ser de gran interés para la industria en la implementación de AG en diferentes aplicaciones donde las amplitudes

de vibración presentan variaciones apreciables.

- [1] Panossian H. V., (1992). Structural Damping Enhancement Via Non-Obstructive Particle Damping Technique. *Journal of Vibration and Acoustics*. 114, 101-105.
- [2] Sack A., et al., (2013). Energy Dissipation in Driven Granular Matter in the Absence of Gravity. *Physical review letters*. 111, 018001.

Contacto: Ramiro Eloy Suarez, titiisuarez@gmail.com

Jueves 21 de 15:40 a 16:20

Centro Histórico Cultural - Auditorio

Charla Invitada

Eliminación de atascos durante el flujo de partículas macroscópicas por orificios pequeños

Gharat S H¹ ², Pugnaloni L A¹

¹ Universidad Nacional de La Pampa (UNLPam), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

² Gharda Institute of Technology Lavel

El atascamiento de partículas que se hacen fluir por un orificio pequeño representa un problema en muchos procesos industriales. Estudiamos experimentalmente este fenómeno y utilizamos una segunda especie de partículas de menor tamaño como un facilitador del flujo. Medimos el caudal de los granos grandes para diferentes relaciones de masas, relaciones de tamaño de grano y diámetro del orificio. Mostramos que cuando se agregan los granos finos el atascamiento de los granos mayores puede ser eliminado completamente. En particular, es posible hacer fluir sin atascos a los granos grandes por orificios tan pequeños como 1.5 veces su diámetro. Presentamos un diagrama de estados para la transición al atascamiento de estas mezclas de partículas y evaluamos diferentes modelos para predecir el caudal de las partículas grandes.

Contacto: Luis Ariel Pugnaloni, luis.pugnaloni@gmail.com

Jueves 21 de 16:20 a 16:40

Centro Histórico Cultural - Auditorio

Asamblea de Materia Blanda y Café

Posters

Poster ID: MB-1

Interacción entre quercetina y quelatos con radicales libres usando dinámica molecular

Campo M G¹, Corral G M¹

¹ Universidad Nacional de La Pampa (UNLPam)

Los flavonoides son moléculas que tienen un esqueleto de difenilpirano (C6-C3-C6), formado por dos anillos fenilo (A y B) unidos por un anillo C de pirano heterocíclico. Resultan de interés pues se ha demostrado que una dieta rica en alimentos que contengan flavonoides puede mejorar la salud y disminuir la incidencia de enfermedades cardiovasculares y cáncer. Por otro lado, un quelato es un complejo compuesto por un átomo de metal unido a un ligando (molécula grande) en una estructura cíclica o de anillo. En solución y en ciertas condiciones, los flavonoides son oxidados dando lugar a las quinonas, las cuales incorporan iones convirtiéndose en quelatos. Los quelatos aumentan la capacidad antioxidante de la molécula original, y de allí el interés científico en su estudio. La interacción de los quelatos con los radicales libres está determinada por la propia estructura del quelato, las propiedades del ión y su estructura de hidratación previa y posterior a la interacción. En este trabajo estudiamos la interacción del quelato C₁₅H₈O₇Cu²⁺, flavonoides y radicales libres por métodos de dinámica molecular clásica, analizando las funciones de distribución radial, puentes de hidrógeno, distribuciones dipolares, y coeficiente de difusión entre otros, obteniendo datos sobre la estructura de hidratación y comportamiento dinámico en solución.

Poster ID: MB-2

Comportamiento en solución de iones metálicos que forman quelatos de flavonoides

Lehr F A¹, Corral G M¹, Campo M G¹

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

Se denomina quelato al complejo soluble que es producto de la unión de una molécula con iones metálicos. Las moléculas quelantes, también son conocidas como antagonistas o secuestradores de metales pesados. Nuestro trabajo estudia el comportamiento en solución de los iones metálicos cobre (II) y cobalto (II) que forman frecuentemente quelatos con flavonoides, los cuales resultan de alto interés científico dado sus conocidas propiedades beneficiosas para la salud humana. El objetivo es obtener una descripción clara de la hidratación de los iones y su dinámica para analizar su posible influencia en la posterior formación de los quelatos. Los modelos de los iones se obtienen de la bibliografía, y para el agua se utiliza

el modelo SPC/E. En dinámica molecular se emplea el paquete de simulación GROMACS, analizando funciones de distribución radial, números de coordinación, parámetros de orden, coeficientes de difusión, estructura orientacional de las moléculas de agua y formación de puentes de hidrógeno en el entorno de los iones, tiempos de residencia de aguas en la primer capa de hidratación del ión, entre otras propiedades.

Poster ID: MB-3

Descarga de granos de un silo 2D inclinado: Simulaciones de elementos discretos.

Sack J A¹, Carlevaro M C^{2 3 4}, Pugnaloni L A^{1 3}

¹ Universidad Nacional de La Pampa (UNLPam)

² Instituto de Física de Líquidos y Sistemas Biológicos (IFLYSIB)

³ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

⁴ Universidad Tecnológica Nacional (UTN), Dpto. de Ingeniería Mecánica - Facultad Regional La Plata

El flujo de descarga de materiales granulares en silos es importante para numerosas industrias. En el presente estudio se analizó mediante simulaciones de elementos discretos el caudal de descarga para silos bidimensionales (2D) inclinados. Se construyen silos rectangulares con diferentes aperturas de descarga en el centro de la base. Estos silos se llenan de granos, se inclinan hasta un ángulo deseado y luego se descargan mientras se mide el caudal de descarga. Los caudales obtenidos son consistentes con mediciones experimentales disponibles en la literatura. También se construyen silos con aperturas laterales (en una pared). Se espera que, en el caso de una apertura lateral, llenar el silo y luego inclinarlo de modo que el plano del orificio forme el mismo ángulo con la horizontal que en el caso de un silo con apertura en la base el caudal de descarga sea el mismo. Los resultados demuestran que este no es el caso. Sin embargo, utilizando silos con tapa de diferentes alturas encontramos que para silos cuadrados completamente llenos el caudal por orificios laterales o en la base produce el mismo caudal cuando se inclinan hasta el mismo ángulo equivalente (mismo ángulo entre el plano de la abertura y la horizontal). Concluimos que la geometría de un silo es relevante para el caudal de descarga cuando este se inclina respecto de la horizontal. Presentamos una discusión sobre el rol que juega el proceso de reordenamiento de las partículas durante el protocolo de inclinación del silo.

Poster ID: MB-4

Complejos polímero-tensoactivos de cargas opuestas en la formulación de espumas responsivas.

Martinelli H¹, Domínguez C¹, Fernández-leyes M¹, Ritacco H A¹

¹ Instituto de Física del Sur (IFISur), Depto. de Física

Introducción: Las espumas inteligentes son aquellas capaces de responder a estímulos externos tales como temperatura, luz, campos eléctricos y magnéticos o pH, entre otros. Estos estímulos pueden modular externamente tanto la *espumabilidad*, la capacidad de formar espuma, como la estabilidad del sistema disperso. Estas espumas inteligentes tienen un potencial enorme en diversas tecnologías y aplicaciones industriales en campos como la medicina, la cosmética, la limpieza y los alimentos, entre otras.

Resultados: En este trabajo mostraremos dos ejemplos de espumas responsivas basados en sistemas mezcla polielectrolito-tensoactivo (PS), usado como agente estabilizante. Uno de los sistemas es responsivo a pH, y está formulado en base a mezclas de ácido poliacrílico (PAA) y un tensoactivo catiónico, el Gemini 12-2-12 (G12), en agua. Las espumas son estables a pH 3 e inestables a pH > 6. El otro sistema es responsivo a temperatura: las espumas son estables a $T < 38^{\circ}\text{C}$ e inestables a T mayores, y está formulado usando un co-polielectrolito (Cop-L) tipo cepillo de alginato de sodio y PNIPAAm (poli-(N-isopropilacrilamida), mezclado con bromuro de dodecil trimetil amonio (DTAB). Mediante experimentos de reología interfacial, reflectividad de rayos-X, dispersión de luz dinámica y múltiple, entre otros, explicamos los mecanismos fisicoquímicos de respuesta en la espumabilidad y en estabilidad de estos sistemas.

Conclusiones: Los complejos PS son sistemas idóneos para la formulación de espumas líquidas inteligentes. El mecanismo de respuesta para el sistema PAA/G12 es debido a la dinámica de adsorción de los complejos PAA/G12 en la interfaz agua-aire en las espumas. En el caso del sistema Cop-L/DTAB, el mecanismo de respuesta es una transición conformacional del co-polielectrolito en la interfaz (cadena extendida a ovillo). Esta transición conformacional produce una modificación en la elasticidad dilacional interfacial, la cual desestabiliza la espuma. Ambos sistemas, el PAA/G12 responsivo a pH; y el COP-L/DTAB responsivo a T, pueden ser modificados con aditivos simples para transformarlos en responsivos a la luz UV, un estímulo más conveniente que el pH o la temperatura. Propondremos un método para lograr esta transición de respuestas, de pH o T a luz.

Poster ID: MB-5

Diagrama de fase experimental sobre el comportamiento de un amortiguador granular

Ferreyra M V¹, Pugnaloni L A^{1,2}, Job S³

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

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

³ Institut Supérieur de Mécanique de Paris (ISAE), SUPMECA

Los amortiguadores granulares (AG) son dispositivos pasivos simples: se trata de receptáculos parcialmente llenos con material granular. Puestos a vibrar, disipan energía gracias a los choques inelásticos y la fricción entre las partículas.

las del interior. Su respuesta mecánica resulta compleja en comparación con los amortiguadores viscosos tradicionales. Estudiamos, de manera experimental, la disipación producida por un AG que vibra verticalmente, para un amplio rango de frecuencias y aceleraciones variando el espacio disponible para el movimiento de los granos (gap). Encontramos que la disipación es constante en un rango amplio de aceleración si se elige adecuadamente el gap, lo que resulta de especial importancia para aplicaciones donde se requiere atenuar vibraciones con amplitud variable. Mostramos además un modelo simple que explica el origen de la disipación constante (que ocurre desde amplitudes para las cuales las partículas alcanzan el techo del receptáculo hasta que comienza el régimen *collect-and-collide*), como una competencia entre la interacción de las partículas con el piso y el techo del recinto que las contiene.

Poster ID: MB-6

Quelatos de quercetin-3-O-rutinósido estudiados por dinámica molecular.

Corral G M¹, Campo M G¹

¹ Universidad Nacional de La Pampa (UNLPam), FCEyN. Departamento de Física

Quercetin-3-O-rutinósido, también llamado rutina (RU), es un flavonoide formado por el flavonol quercetina y el disacárido rutinosa. Los flavonoides son compuestos polifenoles presentes en plantas, frutas y vegetales que exhiben potentes propiedades antioxidantes y biológicas, las cuales están relacionadas con su estructura química, para conferirles una excelente capacidad de captación de radicales. La capacidad antioxidante de un flavonoide depende fuertemente de su estructura química. Una propiedad que contribuye a incrementar la actividad antioxidante de los flavonoides es la quelación, proceso por el cuál los iones metálicos son captados por la molécula de flavonoide, lo que provoca su eliminación y/o neutralización del medio de reacción [1]. Además, la quelación no produce necesariamente una inactivación del flavonoide, sino que el complejo final sigue poseyendo la capacidad de eliminar ROS (especies reactivas del oxígeno que incluyen iones de oxígeno, radicales libres y peróxidos), lo que en conjunto provoca una potenciación del efecto antioxidante del flavonoide [2].

Los flavonoides tienden a servir como donantes de hidrógeno, lo que contribuye a la formación de complejos de coordinación de metales con buena estabilidad. La rutina puede formar quinona de rutina (QRU) al perder dos protones, por ejemplo del grupo catecol, para luego incorporar iones metálicos convirtiéndose en quelato de rutina [3-4].

En este trabajo estudiamos el comportamiento en solución de modelos de quelatos (QRU- Fe^{2+}) formados por la quinona de rutina, de 71 átomos, con el ion ferroso, utilizando dinámica molecular clásica. La topología del complejo QRU- Fe^{2+} se basa en el campo de fuerzas Amber99. Como solvente se usa el modelo de agua

SPC/E. La distribución de cargas atómicas parciales se calcula mediante el análisis Mulliken con el módulo ESP de NWChem. Las simulaciones se realizan con GROMACS. Se analiza el comportamiento de las moléculas mediante el estudio de las funciones de distribución radial, números de coordinación, frecuencia de formación de puentes de hidrógeno y coeficiente de difusión entre otros. Se compara la hidratación de los quelatos que se forman por las diferentes maneras de desprotonación de la RU. Se obtiene una descripción estadística a escala molecular de la interacción soluto-solvente.

Con este estudio se busca aportar a la comprensión del mecanismo de acción y la influencia de la estructura de los quelatos, lo cual contribuirá al diseño de nuevos complejos de flavonoides e iones metálicos, con propiedades biológicas y fisicoquímicas mejoradas.

- [1] Symonowicz, M. et al 2012. *Flavonoids and their Properties to Form Chelate Complexes*. Biotechnol Food Sci, 76 (1), 35-41.
- [2] Afanas'ev, I. B. et al, 1989. *Chelating and Free Radical Scavenging Mechanisms of Inhibitory Action of Rutin and Quercetin in Lipid Peroxidation*. Biochemical Pharmacology. Vol. 38. No. 11. pp. 1763-1769.
- [3] Prakash O et al 2020. *Biological Activities of Metal Complexes with Rutin and Bio-Conjugate of Citrus*. Extract Universal Journal of Chemistry 7(1): 1-24.
- [4] Selvaraj, S. et al 2013. *Flavonoid-Metal Ion Complexes: A Novel Class of Therapeutic Agents*. Medicinal Research 00, No. 0, 1-26.

Poster ID: MB-7

Flujo de materiales granulares bidispersos en un silo vibrado: Detección de atascos con cámaras de alta velocidad

Montero J^{1,2}, Pugnaloni L A^{1,2}

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

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

En este estudio experimental se examina el flujo de materiales granulares en un silo bidimensional vibrado. El granular está compuesto por discos de dos tamaños diferentes. Utilizando una cámara de alta velocidad es posible captar con gran precisión el movimiento de las partículas a medida que las mismas emergen de la salida del silo. Empleamos un análisis de imagen muy eficiente que nos permite examinar el comportamiento de cada especie de grano. Este enfoque permite obtener con precisión el flujo de descarga de las partículas y analizar su dinámica individual. Por otro lado, es posible determinar los tiempos donde la salida del sistema se encontró bloqueado o atascado. De esta manera, es posible construir la función de supervivencia de los atascos considerando cada especie individual y

así estudiar el efecto que un tipo de partícula causa en el atascamiento de la otra especie.

Poster ID: MB-8

Dependencia radial de la presión en el fondo de un silo en condiciones de descarga

Irazabal X¹, López Gregorio M C¹, Ferreyra M V¹, Pugnaloni L A¹ ²

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

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

Estudiamos, de manera experimental, la dependencia radial de la presión en el fondo de un silo cilíndrico de base plana durante la descarga de material granular. Los resultados se obtienen a partir de la medición de la fuerza que los granos ejercen sobre anillos concéntricos dispuestos en la base del silo durante su vaciado. En condiciones de descarga observamos, por un lado, que la presión en el fondo se mantiene constante mientras que la columna granular sea suficientemente alta, revelando un “efecto Janssen dinámico”. Por otro lado, vemos que la presión aumenta a medida que nos alejamos del orificio de salida, concentrándose cerca de las paredes y mostrando una fuerte dependencia radial. Exploramos los cambios que ocurren al variar el tamaño del orificio.

Poster ID: MB-9

Determinación experimental del coeficiente de restitución de PELBD y PDMS a partir de una pistola de gases.

Barrios S¹ ², Lance P¹, Satti A², Gómez L¹

¹ IFISUR, Depto. de Física. CONICET - Universidad Nacional del Sur (UNS), Bahía Blanca, 8000, Argentina.

² INQUISUR, Depto. de Química. CONICET - Universidad Nacional del Sur (UNS), Bahía Blanca, 8000, Argentina.

En general el impacto de proyectiles sobre materiales puede producir la formación de ondas de choque, originando deformaciones plásticas muy rápidas, conduciendo a que el mismo trabaje largamente fuera del límite elástico (flujo plástico) [1]. En los últimos años se ha empleado diferentes polímeros como materiales absorbentes de impacto, ya que muestran una gran resistencia, comparable a la de materiales convencionales como metales o cerámicos, con la ventaja de poder ser livianos y transparentes [2,3].

Actualmente se piensa que la capacidad de algunos polímeros de absorber impacto se debe a que estos materiales poseen dominios rígidos (vítreos o cristalinos), y dominios blandos (amorfos), resultando ideales para la dispersión y atenuación de ondas de choque [2]. Además, la conformación molecular dada por la variación del ángulo de enlace a lo largo de la cadena principal, proporciona al sistema po-

limérico un amplio espectro de tiempos de relajación [4]. La combinación de estas características describe la relación estructura-propiedad de los polímeros crucial para disipar la energía del impacto con una cierta velocidad de deformación. En este trabajo, construimos y caracterizamos un acelerador de partículas por medio de la expansión libre de gases ligeros, donde un gas presurizado se expande y acelera a la partícula al abrir una válvula solenoide. En nuestro caso seleccionamos partículas de diámetro 1.5 mm y como gas de bajo peso molecular, nitrógeno. Aquí, estudiamos cómo varía la velocidad de las partículas como función de la presión del reservorio de gas. Además, se estudia el impacto de las partículas con films de polietileno lineal de baja densidad (PELBD) y de polidimetilsiloxano (PDMS) por medio de una cámara de alta velocidad, determinando la capacidad de absorción de impacto de estos polímeros, en función de la velocidad inicial del proyectil y del espesor de los films.

- [1] J.A. Zukas. High Velocity Impac Dynamics, Wiley (1990).
- [2] J. Lee, J. P. Singer, M. Retsch, G. Saini, T. Pezeril, K. A. Nelson, y E. L. Thomas. Nat. Commun. 3, 2012, 1164.
- [3] R. G. Barsoum (ed.) Elastomeric Polymers with High Rate Sensitivity. Applications in Blast, Shockwave, and Penetration Dynamics, Elsevier, 2015.
- [4] Holzmüller, W. In Polymer Chemistry, Springer, 2005

Poster ID: MB-10

Sujetador Granular aplicado a objetos rugosos

Miguez Mareque F V¹, Lehr F A¹, Navarro - Febre T¹, Pugnaloni L A^{1,2}

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

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

Un sujetador granular es un dispositivo que consta de una membrana elástica en forma de globo con material granular (arena, azúcar, microesferas de vidrio, etc.) en su interior. Al presionar un objeto contra la membrana mediante una fuerza de activación (F_a), el sujetador puede moldearse alrededor del objeto y sujetarlo al extraer el aire del interior de la membrana con ayuda de una bomba de vacío. Se puede caracterizar la capacidad de sujeción midiendo la fuerza máxima ejercida por el sujetador al tirar del objeto (F_h). Se mide F_h en función de la rugosidad del objeto a sujetar, los cuales se producen por impresión 3D y están formados por una semiesfera decorada por protuberancias pequeñas. En estudios previos se analizó F_h sin considerar las múltiples contribuciones a ella (fuerza de fricción, fuerza de succión, enclavamientos de las protuberancias entre los granos). El objetivo de este trabajo es analizar cada contribución individualmente. Para ello se adiciona una capa de aceite lubricante entre el objeto y la membrana para eliminar la fuerza de fricción y se perfora un orificio desde la base del objeto hasta la zona de contacto

entre el objeto y la membrana que permita el libre paso de aire eliminando la fuerza de succión.

Poster ID: MB-11

Propiedades dieléctricas de PLA para impresión 3D

Ciacci Brazzano L¹ ², Corach J¹ ², Sorichetti P A¹, Aparicio R¹, Acosta E O¹

¹ Universidad de Buenos Aires (UBA), Facultad de Ingeniería, Dpto. de Física, Grupo de Láser, Óptica de Materiales y Aplicaciones Electromagnéticas, Paseo Colón 850,

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

La fabricación de piezas por impresión 3D es una técnica de importancia creciente, y en particular cada vez más usual en los laboratorios de investigación y desarrollo. Entre sus aplicaciones, se cuenta la fabricación de sensores, y por lo tanto es necesario conocer sus propiedades dieléctricas y mecánicas. Si bien hay trabajos en la literatura que exploran estas propiedades, suelen estar realizadas en rangos limitados de frecuencia, y en particular no encontramos trabajos que caractericen estos materiales en el rango de frecuencias de interés para el desarrollo de los distintos sensores ultrasónicos que se desarrollan en nuestro laboratorio.

La espectroscopía dieléctrica de banda ancha es una técnica que estudia la interacción de la muestra bajo estudio con un campo eléctrico dependiente del tiempo. Como resultado, se puede obtener la permitividad compleja del material. En este trabajo, presentamos la caracterización dieléctrica de probetas de PLA por medio de esta técnica, en condiciones isotérmicas, en el rango de frecuencias comprendido entre 10 Hz y 10 MHz. Las muestras tienen forma de discos de 2cm de diámetro y distintos espesores. Analizamos también las propiedades dieléctricas en función de las variables de impresión.

Poster ID: MB-12

Deconvolución bayesiana de espectros mecánicos continuos

Ciacci Brazzano L² ¹, Pellizza L J² ³, Matteo C L² ¹, Sorichetti P A¹, González M G² ¹

¹ Universidad de Buenos Aires (UBA), Facultad de Ingeniería, Dpto. de Física, Grupo de Láser, Óptica de Materiales y Aplicaciones Electromagnéticas, Paseo Colón 850,

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

³ Instituto de Astronomía y Física del Espacio (IAFE)

Para la caracterización de materiales y dispositivos es necesario conocer profundamente sus propiedades mecánicas y eléctricas. Bajo ciertas condiciones, las propiedades mecánicas de los materiales se pueden modelar suponiendo que su comportamiento se puede considerar como la superposición de un conjunto de procesos de relajación, descripto mediante el espectro de relajación. Entre otras

características, el espectro está relacionado con la estructura molecular de la muestra bajo estudio, y en particular permite obtener información sobre la dinámica de los procesos de relajación que tienen lugar en la misma. Esto hace que el desarrollo de métodos para la estimación del espectro a partir de datos experimentales (deconvolución) sea de gran importancia.

En este trabajo presentamos un método novedoso para la deconvolución de espectros mecánicos continuos que emplea un algoritmo de Monte Carlo con cadenas de Markov. Usando técnicas estadísticas bayesianas obtenemos los parámetros del espectro de relajación y los módulos G' y G'' . El método permite hacer un análisis profundo de las incertezas del ajuste (tanto global como de cada parámetro) y además determinar posibles correlaciones entre parámetros del espectro. Supusimos un espectro de relajación con forma lognormal, con modos de Maxwell como funciones generadoras para calcular los módulos G' y G'' , con el agregado de ruido gaussiano. Exploramos las capacidades del método estudiando la deconvolución de espectros simulados en función de la frecuencia de muestreo, el ancho del espectro, efectos de borde y la relación señal a ruido. Nuestros resultados muestran que el método es robusto y preciso, incluso bajo condiciones de baja relación señal a ruido.

Poster ID: [MB-13]

Simulaciones computacionales de propiedades termodinámicas y estructurales de sales fundidas

Llovera R^{1 3}, Cantargi F², Pastorino C^{3 4}

¹ Centro de Espectrometría de Masa con Acelerador (CEMA), 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 propiedades termodinámicas y estructurales de las sales fundidas y de sus mezclas son de gran interés en aplicaciones como la *Energía Solar Concentrada* y la generación de bibliotecas de datos nucleares de las interacciones de los neutrones térmicos con dichas sales en los *reactores de Generación IV*.

En este trabajo, se realizan simulaciones computacionales mediante *Ab Initio Molecular Dynamics (AIMD)* para calcular, con precisión cuántica, la densidad de NaCl en estado líquido para el rango de temperaturas 1300–1450 K, así como también la función de distribución radial de pares iónicos y el coeficiente de difusión de Na^+ y Cl^- . Estos cálculos se realizan modelando al sistema con ensambles NVT y NPT.

El software utilizado para los cálculos es *VASP*, que realiza cálculos *AIMD* basados en la aplicación del modelo DFT (en la aproximación de Born-Oppenheimer) para la resolución de la ecuación de Schrödinger de muchos cuerpos.

Los pseudopotenciales utilizados se corresponden con *Aproximación de Gradiente Generalizado (GGA)*.

Las trayectorias del sistema a lo largo del tiempo y las fuerzas sobre los iones pueden ser utilizadas para calcular la superficie de energía potencial (en inglés, PES) de todo el sistema, mediante la aplicación de las redes neuronales y *Machine Learning*. Así, se podrán hacer simulaciones con muchas partículas durante tiempos mayores al nanosegundo. Esto es fundamental para hacer predicciones con baja incertezza en el estudio de propiedades dinámicas como la viscosidad, la conductividad térmica y el espectro vibracional del sistema. Este último es necesario para la generación de las bibliotecas nucleares.

Poster ID: MB-14

Influencia del tipo y la velocidad de llenado en la presión sobre el fondo de un silo.

Gonzalez D¹, Madrid M^{2 3}, Vatalaro G³

¹ Universidad Nacional de La Plata (UNLP), Facultad de Ciencias Exactas

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Instituto de Física de Líquidos y Sistemas Biológicos

³ Facultad Regional La Plata (FRLP), Universidad Tecnológica Nacional

Un medio granular es un aglomerado formado por sólidos microscópicos en contacto entre sí la mayor parte del tiempo. El manejo de estos materiales presenta una gran importancia en la industria actual, al punto de ser el segundo material más utilizado, después del agua. En la industria agropecuaria, la mayor parte de la producción implica el procesamiento de materiales granulares. La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO, estima que la producción mundial anual de cereales es de aproximadamente 2 mil millones de toneladas. Sólo en Argentina, la cosecha de cereales y oleaginosas de las últimas 6 campañas, superaron las 125 millones de toneladas. La mayoría de estos granos se almacena en grandes silos, cuya estructura está sometida a fuertes cargas tensionales. Comprender el comportamiento estructural de los silos frente a diferentes protocolos de llenado resulta fundamental para evitar su desgaste y deterioro cuando no el colapso. En este trabajo estudiamos cómo afecta el la velocidad y el tipo de llenado (concéntrico o distribuido) a la presión sobre la base del silo.

Poster ID: MB-15

Ecuación de Poisson-Boltzmann en el estudio de membranas cargadas

Rosales M C¹, Bertolotto J A¹, Umazano J P¹

¹ Universidad Nacional de La Pampa (UNLPam)

En el presente trabajo se utilizó la ecuación de Poisson-Boltzmann para el análisis de una membrana cargada sumergida en una solución electrolítica con múltiples

sales. El objetivo principal fue obtener la distribución del potencial eléctrico dentro y fuera de la membrana para membranas con diferentes densidades volumétricas uniformes de carga. Además, se calculó el potencial Donnan resultante. Estos aspectos son de gran importancia en los campos de la electroquímica y la biofísica.

Para resolver la ecuación de Poisson-Boltzmann se emplearon métodos analíticos propuestos por Ohshima (1), para obtener un par de ecuaciones trascendentales e integrales acopladas. Además, se aplicaron métodos numéricos indirectos para resolver estas ecuaciones. En primer lugar, se investigó cómo varía la distribución del potencial en relación con diferentes parámetros, como el grosor de la membrana, la concentración de sales (considerando una sola sal) y la concentración de carga fija en la membrana. Asimismo, se compararon estos resultados con una aproximación que considera una pequeña desviación de la neutralidad y linealiza la ecuación de Poisson-Boltzmann.

En el caso de membranas de espesor suficientemente grande, los resultados teóricos del presente estudio se pudieron comparar con resultados experimentales obtenidos por Bartels (2) para el potencial Donnan y con cálculos de la densidad de carga de la membrana, reportados por el mismo autor.

Referencias:

- (1) H. Ohshima, S. Ohki, Donnan potential and surface potential of a charged membrane, *Biophys. J.* (1985) 47, 673-678.
- (2) E. M. Bartels, G. F. Elliott, Donnan potentials from the A- and I-bands of glycerinated and chemically skinned muscles, relaxed and in rigor. *Biophys. J.* (1985) 48, 61-76

Poster ID: MB-16

Estudio del comportamiento de la hesperetina por dinámica molecular

Sola G¹, Miguez Mareque F V¹, Lehr F A¹, Corral G M¹, Campo M G¹

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

Se utiliza el método de dinámica molecular clásica para estudiar el comportamiento estructural y dinámico de la molécula hesperetina en solución acuosa. Esta pertenece a un grupo de metabolitos secundarios del reino vegetal llamados flavonoides, los cuales están conformados por dos anillos aromáticos A y B unidos por un puente compuesto de tres átomos de carbono (que forman, como en este caso un tercer anillo C). Los flavonoides han suscitado un creciente interés científico dadas sus numerosas propiedades beneficiosas para la salud humana. En este trabajo desarrollamos un modelo de hesperetina en base al campo de fuerzas

Amber99. Como solvente se usa el agua SPC/E. El comportamiento estructural se estudia analizando las funciones de distribución radial, las distribuciones de puentes de hidrógeno en el entorno de la molécula y en la solución, entre otros, mientras que los aspectos dinámicos se analizan estudiando los coeficientes de difusión de las moléculas presentes en la solución.

Poster ID: MB-17

Análisis de dos modelos de L-Triptófano en solución, mediante dinámica molecular clásica

Díaz Torres F M¹, Navarro Febre T¹, Campo M G¹, Corral G M¹

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

El presente estudio se enfoca en el análisis de dos modelos de L-Triptófano (L-Trp), con diferentes zonas de protonación, en solución acuosa, a dilución infinita, utilizando la técnica de dinámica molecular clásica. Cada modelo se corresponde con una estructura diferente del L-Trp: uno con la zwitteriónica y el segundo con la no-zwitteriónica. El L-Trp es un aminoácido esencial con importantes roles en la síntesis de proteínas, procesos metabólicos y diversas interacciones biológicas. Para llevar a cabo la simulación se utilizó GROMACS. Se desarrollaron las topologías, para cada modelo, basadas en el campo de fuerzas Amber99 sin modificaciones. Las cargas parciales de cada átomo se calcularon mediante el análisis Mulliken utilizando el módulo ESP de NWChem en la base 6-31G. El L-Trp cuenta con 27 átomos (fórmula química molecular: $C_{11}H_{12}N_2O_2$), tiene una masa molecular de 204,23 $\frac{g}{mol}$, se clasifica entre los aminoácidos apolares (también llamados hidrófobos) y se caracteriza por una cadena lateral con un grupo indol, cuya estructura consiste en un anillo bencénico unido a otro de cinco, pirrólido. El modelo de agua seleccionado para el solvente fue el SPC/E. Durante la simulación, se siguió el procedimiento estándar de preparación y simulación para cada modelo en tres soluciones diferentes: agua-L-Trp con iones Na^+ y Cl^- a concentraciones 0,0 M, 0,1 M y 1,0 M. Se analizaron diversas propiedades estructurales y dinámicas, como las funciones de distribución radial, la formación de puentes de hidrógeno, coeficientes de difusión, entre otras. Estos análisis permitieron comprender detalles clave de la interacción entre el solvente y el L-Trp así como la estabilidad de la molécula en solución. Este estudio contribuye a mejorar nuestra comprensión de las propiedades y comportamiento del L-Trp en solución acuosa, lo que puede tener implicaciones importantes en el campo de la nutrición, el desarrollo de fármacos y el entendimiento de sus interacciones biológicas. Sin embargo, es necesario continuar investigando y ampliar el análisis para obtener conclusiones más precisas. En futuros trabajos, se espera profundizar en aspectos adicionales de la interacción solvente-L-Trp y explorar diferentes sistemas y condiciones de simulación.

Poster ID: MB-18

Influencia del ácido docosahexanoico en las propiedades interfaciales de membranas modelo contenido colesterol: Interacciones con pequeños anfílicos y propiedades de hidratación

Menéndez C A¹, Verde A R¹, Alarcón L M¹, Appignanesi G A¹

¹ Instituto de Química del Sur (INQUISur)

Es conocido el efecto del colesterol sobre las propiedades dinámicas y estructurales de membranas lipídicas. Por un lado, la presencia de moléculas de colesterol produce una rigidización de la membrana debido al incremento en el orden y consecuente elongación de las colas hidrofóbicas. Adicionalmente, estudios experimentales y computacionales recientes han dejado en evidencia el hecho de que el colesterol también altera la dinámica y las propiedades de hidratación de las cabezas polares en membranas modelos de DPPC. A su vez, hemos demostrado recientemente que el ácido graso omega-3 docosahexaenoico, DHA, contrarresta las propiedades mecánicas inducidas por el colesterol en membranas puras de DPPC al fluidificar dicha bicapa. Sin embargo, dicho comportamiento representa en realidad un resultado global dominado por las colas hidrofóbicas de los lípidos, y el mismo no discrimina entre las diferentes partes de la membrana ni aclara el efecto sobre las propiedades de hidratación y unión de la membrana. Por lo tanto, ahora realizamos simulaciones de dinámica molecular para examinar la influencia del DHA en el comportamiento interfacial de las membranas lipídicas que contienen colesterol, mediante la caracterización de sus propiedades de hidratación y sus propiedades de unión a diversos anfílicos. Descubrimos que, si bien el colesterol desestabiliza las interacciones con los anfílicos y debilita ligeramente la capa de hidratación de los lípidos, la incorporación de DHA prácticamente restablece el comportamiento interfacial de DPPC puro.

Poster ID: MB-19

Berenil en solución acuosa. Estudio mediante dinámica molecular.

Delorenzi T¹, Navarro Febre T¹, Campo M G¹, Corral G M¹

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

Estudiamos el comportamiento y las características de un modelo de diminazeno (BERE) en solución acuosa, mediante técnicas de dinámica molecular clásica con el paquete de simulación GROMACS. BERE es un agente quimioterapéutico altamente efectivo, es también un antiparasitario, es considerado como fármaco potencial preventivo del SARS-CoV-2 y es conocido también por su interacción con el ADN. El BERE es una diamidina aromática formada por 36 átomos. La

topología se desarrolló utilizando el campo de fuerzas Amber99. El solvente utilizado en nuestras simulaciones fue agua del tipo SPC/E. Además, calculamos la distribución de cargas parciales mediante un análisis Mulliken utilizando el módulo ESP del software NWChem con la base 6-31G. Llevamos a cabo simulaciones de 300 ns siguiendo el protocolo estándar de preparación y simulación en GROMACS. Trabajamos con una dilución infinita en una caja de simulación cúbica neutra incluyendo 2150 moléculas de agua sin iones y con iones a una concentración de 0,1M. Durante nuestro estudio, analizamos funciones de distribución radial, formación de puentes de hidrógeno, coeficientes de difusión y otros parámetros dinámicos y estructurales. Nuestros resultados buscan contribuir a un mayor entendimiento de las propiedades de este compuesto y explorar su potencial aplicabilidad para el desarrollo de nuevos fármacos.

Poster ID: [MB-20]

Estudio de la propiedades estructurales, mecánicas y difusivas de hidrogeles poliméricos con cadenas pendientes

Villares M¹, Muller M², Ceolin M¹

¹ Instituto de Investigaciones Fisicoquímicas Teóricas y Aplicadas (INIFTA, UNLP/CONICET)

² Institut für Theoretische Physik, Uni-Göttingen, Germany

Los hidrogeles basados en 2-hydroxyethyl methacrylate (HEMA) como monómero principal han ganado interés en los últimos años por su simplicidad sintética, su capacidad de absorción y sus propiedades viscoelásticas que dan lugar a un amplio espectro de aplicaciones en oftalmología [1], drug delivery [2] y regeneración de tejidos [3]. En este tipo de materiales la concentración de entrecruzante es el parámetro clave que determina tanto las propiedades mecánicas como difusivas del sistema. Típicamente un mayor grado de entrecruzamiento se refleja en mayor rigidez y poros más pequeños que dificultan la difusión. Resulta entonces de gran utilidad introducir parámetros extra que permitan desacoplar estas características. En este trabajo exploramos la adición de polyethylene glycol (PEG) como cadenas pendientes en hidrogeles de HEMA. Dada su similitud química este mecanismo introduce cambios estructurales en la matriz polimérica, que modifican el comportamiento mecánico y difusivo, pero sin modificar químicamente el material y conservando el mismo proceso de síntesis (polimerización por radicales libres). Más aun, trabajamos con PEG de distinto peso molecular a fin de introducir dos parámetros extra: concentración y largo de las cadenas. En esta oportunidad presentamos los resultados de las diversas técnicas experimentales empleadas para caracterizar el sistema. Para estudiar la estructura polimérica y la configuración de las cadenas pendientes (coil-to-globe transition) se realizaron experimentos de Dispersión de Rayos-X a Bajo/Alto ángulo (SAXS/WAXS). Para investigar la respuesta mecánica se emplearon técnicas de reología dinámica oscilatoria (DMA)

que permiten estudiar materiales sometidos a esfuerzos de corte y obtener el comportamiento de los módulos de almacenamiento (G') y perdida (G'') en función de la frecuencia y amplitud de la deformación. Además, se realizaron experimentos de compresión axial para determinar el módulo de Young (E). Para determinar el grado de hidratación de los geles se utilizó análisis termogravimétrico (TGA) y a través de medidas isotérmicas se estudio el mecanismo de deshidratación. Por ultimo estudiamos la retención y liberación de moléculas orgánicas (colorante acridine orange) por medio de espectroscopia de luz UV-visible.

[1] C Bengani et al, Journal of Colloid and Interface Science 445 (2015) 60-68 [2] A Purwada et al, Advanced Healthcare Materials 5 (2016) 1413-1419 [3] H Studenovska et al, Journal of Materials Science: Materials in Medicine 19 (2008) 615-621

Poster ID: MB-21

Efecto del pH y concentración de sal en potencial electrostático de α -lactalbumina

Torres P^{1,2}, Blanco P³, Garce J⁴, Narambuena C^{1,2}

¹ Facultad Regional de San Rafael (FRSR)

² Instituto de Física Aplicada (INFAP)

³ Universidad de Barcelona

⁴ Universidad de Lleida (UdL)

En el presente trabajo se estudió el perfil del potencial electrostático de la proteína α -lactoalbúmina utilizando simulaciones de Monte Carlo. La proteína fue estudiada en el rango de pH entre 2 y 7 a tres concentraciones de sal 1 mM, 10 mM y 100 mM. Se encontró que a medida que la concentración de sal aumenta la carga neta de la proteína se acerca a la curva ideal y el punto isoeléctrico es estimado en alrededor de $pI=4.9$. La concentración radial de iones pequeños mostró que la concentración de aniones presenta un máximo a una distancia de 2 nm en las tres concentraciones de sal estudiadas a pH=3, luego, en los tres casos, a medida que aumenta la distancia la concentración se igualó a la concentración en el seno de la solución. El estudio del potencial electrostático mostró que la proteína presenta un potencial electrostático asimétrico en el plano XY debido a la distribución de cargas asimétricas, la cual depende de la estructura intrínseca de la proteína y del estado de ionización de los grupos titulables. El potencial electrostático promedio calculado en la simulación mostro un gran acuerdo con la ecuación de Poisson obtenida para simetría esférica. El efecto de la concentración de sal genera una disminución del potencial a medida que aumenta la fuerza iónica.

Referencia

Paola B. Torres, Pablo M. Blanco, Josep L. Garcés, Claudio F. Narambuena; The

electrostatic potential inside and around α -lactalbumin: Fluctuations and mean-field models. J. Chem. Phys. 28 November 2022; 157 (20): 205101.
<https://doi.org/10.1063/5.0122275>

Poster ID: MB-22

Potencial electrostático alrededor y dentro de un complejo entre α -lactoalbumina y cadenas de oligoelectrolito: un estudio mediante simulaciones de Monte Carlo

Torres P^{1 2}, Baldor S³, Quiroga E¹, Ramirez Pastor J A¹, Spelzini D³, Boeris V³, Narambuena C^{1 2}

¹ Instituto de Física Aplicada (INFAP)

² Facultad Regional de San Rafael (FRSR)

³ Facultad de Ciencias Bioquímicas y Farmacéuticas (FBIOyF)

Las proteínas del suero lácteo son de gran importancia como ingredientes en la industria alimenticia alimentaria debido a sus propiedades funcionales. La fracción proteica del suero lácteo está compuesta principalmente por α -lactoalbumina, β -lactoglobulina y glicomacropéptido. Estas proteínas tienen la capacidad de interactuar y formar complejos con polisacáridos ionizables. El objetivo de este trabajo es estudiar el potencial electrostático alrededor y dentro de los complejos formados entre la α -lactoalbúmina y un polielectrolito considerando que este potencial es afectado por diferentes condiciones de pH y la presencia de sal. La metodología utilizada consistió en un modelo de grano grueso para la proteína y el oligoelectrolito (Oly), luego se llevaron a cabo simulaciones por el método de Monte Carlo en un amplio rango de pH. Adicionalmente, se agregaron distintos tamaños de cadena de PE junto con distintas cantidades de dichas cadenas. El PE modelado fue considerado aniónico fuerte en todas las simulaciones. Los resultados mostraron que la presencia del Oly cargado negativamente afecta a la carga de la proteínas en el rango de pH por debajo del punto isoeléctrico (pI = 4.9). El incremento en la longitud de la cadena de Oly genera un incremento de las cargas positivas de la proteínas. Se cuantificó la absorción del Oly en la superficie de la proteína con un criterio estructural, el cual tiene en cuenta la formación de pares iónicos. Los perfiles de potencial electrostático son muy dependientes del pH de la solución. Además, se observó que la proteína tiene una capacidad limitada para absorber monómeros del Oly, es decir, un incremento de la cantidad de monómeros de Oly no produce un aumento en la formación de pares iónicos. Adicionalmente, se observó que para la menor concentración de sal estudiada se obtuvieron los valores de absorción máximos.

Poster ID: MB-23

Estudio teórico-experimental de las estructuras

quercetina- Cu²⁺ en función del medio acuoso

Campo M G¹, Corral G M¹, Frechero M A², Cabeza G F³

¹ Universidad Nacional de La Pampa (UNLPam)

² Instituto de Química del Sur (INQUISur)

³ Instituto de Física del Sur (IFISur)

Los flavonoides son compuestos naturales presentes en la dieta humana que representan metabolitos secundarios, con marcadas propiedades pro y antioxidantes que han despertado considerable interés. Dentro del grupo de los flavonoides se encuentra la quercetina ($C_{15}H_{10}O_7$) que puede ser oxidada por la polifenol oxidasa (PPO) y la tirosinasa de hongos que da lugar a cuatro formas tautoméricas de quercetina-quinona. Estos tautómeros forman complejos con iones metálicos y lantánidos y tienen propiedades antitumorales, pues eliminan radicales peroxi y superóxido con los complejos de quercetina. En este trabajo estudiamos el comportamiento en solución de los quelatos de quercetina-Cu²⁺ por el método de dinámica molecular clásica, teoría de la funcional densidad y espectroscopía de impedancia. Hemos analizado el comportamiento de las moléculas mediante el estudio de las funciones de distribución radial, puentes de hidrógeno, y coeficiente de difusión entre otros. A partir de la simulación obtuvimos el valor del momento dipolar de cada estructura que nos permitió interpretar los resultados experimentales de las medidas de permitividad en función de la frecuencia para los complejos en solución a diferentes concentraciones.

Poster ID: MB-24

Estudio de la difusión del complejo risedronato-eudragit EPO mediante espectroscopía de resonancia magnética nuclear con gradiente de campo pulsado

Salazar Rojas D¹, Guzmán M L^{2 4}, Velasco M I¹, Acosta R H^{1 3}, Olivera M E^{2 4}, Monti G A^{1 3}

¹ Instituto de Física Enrique Gaviola (IFEG- CONICET)

² Unidad de investigación y desarrollo en tecnología farmacéutica de Córdoba (UNITEFA- CONICET)

³ Facultad de Matemática Astronomía, Física y Computación (FAMAF), Universidad Nacional de Córdoba (UNC)

⁴ Departamento de Ciencias Farmacéuticas, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Nacional de Córdoba (UNC)

El Risedronato (Ris) es un fármaco bisfosfonato utilizado para el tratamiento de la osteoporosis y otros trastornos óseos. Sin embargo, estudios recientes han mostrado su potencial aplicación en el tratamiento de la Leishmaniasis Amazonensis [1,2] y aunque habitualmente se utiliza como sal sódica, el Ris también puede formar un complejo con el políction Eudragit EPO (EuEPO). Esta combinación permite reducir el potencial irritante y mejorar la biodisponibilidad oral del fár-

maco [3]. No obstante, es crucial considerar que la formulación que contiene Ris y EuEPO requiere la evaluación exhaustiva de varios factores, como la compatibilidad química entre el Ris y el polímero, así como la estabilidad de la solución. Las mediciones de difusión molecular mediante el uso de la resonancia magnética nuclear (RMN) se utiliza en una amplia variedad de campos [4], brindando información valiosa sobre la movilidad y el comportamiento de las moléculas en diferentes entornos. En este trabajo, se estudió la difusión de las moléculas en solución del complejo EuEPO-Ris utilizando la espectroscopía de RMN. Se determinaron tanto el coeficiente de difusión como la constante de asociación del fármaco, estos resultados fueron comparados con la cinética de liberación reportada en la literatura [3]. La muestra EuEPO-Ris se obtuvo según lo descrito en la literatura [3] y se transfirieron $500 \mu\text{l}$ en un portamuestra estándar de RMN de 5 mm de diámetro. Las mediciones de difusión de protones se realizaron utilizando un espectrómetro de RMN (Spinsolve 80 MHz, Magritek). Los datos de difusión de protones se adquirieron a una temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$. Se empleó una secuencia de pulsos de eco de espín estimulada por un gradiente de campo pulsado [5]. El gradiente de pulso utilizado fue del 50 % (máximo gradiente disponible 0.5 T/m) y el tiempo de difusión fue de 50 ms mientras que la velocidad de repetición fue de 4 s . Para suprimir la señal de agua, se aplicó presaturación en la resonancia de agua. El pulso de rf de 90° fue de $12.7 \mu\text{s}$, de duración, el tiempo de relajación longitudinal T_1 de las moléculas de interés se codificó utilizando la secuencia de pulsos de inversión-recuperación. Finalmente, los coeficientes de difusión (D) se determinaron mediante el ajuste de una función mono exponencial a la curva de decaimiento. A partir de estas mediciones, se obtuvieron los siguientes valores de D para los distintos componentes: Ris de $5,5 \times 10^{-10} \text{ m}^2/\text{s}$, EuEPO $1,1 \times 10^{-10} \text{ m}^2/\text{s}$ y Ris ligado $0,28 \times 10^{-10} \text{ m}^2/\text{s}$. De estos valores resultó una constante de asociación de Ris ligado de 84 %, este último valor está en buen acuerdo con la cinética de liberación informada para Ris. La técnica utilizada demostró ser satisfactoria para medir los coeficientes de difusión, revelando una fuerte asociación intermolecular de Ris y EuEPO. Este resultado contribuye significativamente a la comprensión de las moléculas en solución de EuEPO-Ris para el diseño y desarrollo de una formulación farmacéutica óptima que permita una liberación controlada, predecible y eficaz del Ris en el medicamento.

- [1] Guzmán ML et al, Molecular Pharmaceutics, 9 (2012), pp. 2424-2433.
- [2] Florencia Peralta M et al, Helyon, 7 (2021) pp. e07136.
- [3] Guzmán ML et al, European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics, 107 (2016), pp. 263-72.
- [4] Cohen Y et al, Analytical Methods, 44 (2005), pp. 520-54.
- [5] Stejskal, E.O. et al, Journal Chemical Physics 42 (1965) 288.

Poster ID: MB-25

Distribución de carga y potencial eléctrico en una membrana cargada en solución salina

Bertolotto J A¹, Umazano J P¹¹ Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad Nacional de La Pampa

En este trabajo se calcula la distribución de carga y potencial eléctrico para un sistema formado por una membrana plana de espesor d y con una densidad de carga uniforme. Se emplea la ecuación de Poisson-Boltzmann (PB) modificada por Basu y Sharma (1) que tiene en cuenta la variación de la permitividad dieléctrica en la proximidad de las cargas fijas por el efecto del campo eléctrico (2,3) y la auto energía de los iones en medios de permitividad dieléctrica variable (1,4,5). Se comparan los resultados con los obtenidos con la ecuación de PB primitiva, que no considera ninguno de estos dos fenómenos.

1 Basu, S., Sharma, M. M., Effect of Dielectric Saturation on Disjoining Pressure in Thin Films of Aqueous Electrolytes. *J. Colloid Interface Sci.* 1994, 165, 355-366.

2 Booth, F. The Dielectric Constant of Water and the Saturation Effect. *J. Chem. Phys.* 19 (1959) 391-394.

3 Grahame, D. C., Effects of Dielectric Saturation upon the Diffuse Double Layer and the Free Energy of Hydration of Ions. *J. Chem. Phys.* 18, 903 (1950)

4 Born, M., Volumen und Hydratationswärme der Ionen. *Z. Phys.* 1 (1920) 45

5 Paspureddi,A, Sharma M. M., and Katz, L. E., Effect of Dielectric Saturation on Ion Activity Coefficients in Ion. *ACS Omega* 2022, 7, 30823-30834

Poster ID: MB-26

Dinámica oscilatoria de un jet vertical inmerso en un medio granular

Fernández F¹, Piva M¹, Boschan A^{1,2}, Aguirre M A^{1,2}¹ Universidad de Buenos Aires (UBA), Facultad de Ingeniería, Grupo de Medios Porosos² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

En el método de la estimulación hidráulica usada en yacimientos no convencionales, es de fundamental interés comprender el comportamiento de los agentes de sostén (partículas sólidas inyectadas con el fluido de fracturación) en el interior de la fractura. El fluido ingresa a la fractura a través de orificios en la forma de jets

cuasi 2D. La estructura del flujo en torno a estos jets condiciona la distribución de los agentes de sostén. Asimismo, la presencia de partículas en el jet modifica los umbrales de inestabilidad que se presentan en la forma de oscilaciones. En este trabajo se caracterizó la dinámica oscillatoria de un jet fluido que ingresa verticalmente desde la base de una fractura modelada por una celda de Hele Shaw. Este flujo tiene la forma de un jet hidrodinámico alterado por la presencia del medio granular y por el confinamiento. Los agentes de sostén se modelizan utilizando microesferas de vidrio con diámetro medio $d = 1$ mm. La celda se halla parcialmente llena de un medio granular inicialmente en reposo inmerso en agua. Los parámetros de control empleados fueron el caudal de inyección Q , la altura inicial de granos respecto a la base, h_g , y la altura inicial de la superficie libre del agua h_w , siendo $h_w > h_g$. Se obtuvieron los caudales umbrales de fluidización para distintos valores de h_g y, para caudales supercríticos se analizó la dinámica oscillatoria del jet con particular interés en la determinación de su frecuencia y amplitud en función de los parámetros de control. Se midió en detalle la variación de la altura máxima alcanzada por el apilamiento granular en función de Q . Los resultados, expresados en términos de los números de Strouhal y de Froude, se agrupan alrededor de una curva universal.

Poster ID: MB-27

Caracterización del movimiento de un robot impulsado por vibración asistido por estructuras de soporte.

Mizrahi Rodi M F¹, Sanguinetti M², Sandre C², Patterson G^{2,3}

¹ Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN)

² Instituto Tecnológico de Buenos Aires. Buenos Aires, Argentina

³ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

Las partículas autopropulsadas son uno de los ingredientes de los sistemas denominados como materia activa. Este tipo de materia se caracteriza por estar fuera del equilibrio termodinámico debido a que su movimiento se produce por medio de un consumo continuo de energía.

Los robots de tipo enjambre (kilobot) son un modelo que permite estudiar sistemas sencillos, ya que tienen la capacidad de locomoción, comunicación entre vecinos y procesamiento de información.

A pesar de su versatilidad, los kilobots tienen la desventaja de ser sensibles a su calibración y superficie de apoyo (debido al sistema de movimiento por vibración) y su velocidad de desplazamiento es baja. Recientemente, se ha mostrado que, utilizando estructuras de soporte (exoesqueletos), es posible mejorar estas

desventajas[1]. Las velocidades de desplazamiento se ven incrementadas y las desviaciones naturales en el movimiento son rectificadas.

En este trabajo, caracterizamos el movimiento y comportamiento individual de los kilobots al añadirle distintos modelos de exoesqueletos y los comparamos con el caso desacoplado.

[1] Morphological computation and decentralized learning in a swarm of sterically interacting robots Matan Yah Ben Zion, Jeremy Fersula, Nicolas Bredeche, Olivier Dauchot, Science Robotics (2023).

Poster ID: MB-28

Dinámica de adsorción de una mezcla tensoactivo - polielectrolito de carga modular

Fernandez Leyes M D¹, Sanchez M. J F¹, Ritacco H A¹

¹ Instituto de Física del Sur (IFISur), Departamento de Física, Universidad Nacional del Sur (UNS), CONICET, Av. L.N. Alem 1253, B8000CPB - Bahía Blanca, Argentina.

Los tensoactivos son sustancias que actúan cambiando la tensión superficial entre dos fases. Esto es posible debido a que están constituidos por moléculas anfipáticas, es decir, con afinidades diferentes; una parte afín a lo polar y otra a lo apolar. Además de actuar en las interfaces, en el seno de las soluciones acuosas se agregan para formar micelas de diversas formas, que proveen un medio de baja polaridad dentro del agua. Estas propiedades permiten que su uso esté muy difundido en muchos campos industriales. Sus propiedades pueden ser reforzadas mediante el uso de formulaciones que incluyan polímeros. De especial interés son los polielectrolitos, que no son más que macromoléculas cargadas.

Las mezclas polielectrolito-tensoactivo han atraido la atención de los científicos debido a su intrigante comportamiento, así como sus diversos campos de aplicación. En particular, son de interés las mezclas entre tensoactivos y polielectrolitos con cargas opuestas. Cuando se realizan estas combinaciones en disolución acuosa, aparecen diferentes tipos de interacciones, que incluyen electrostáticas e hidrófobicas, entre otras. La magnitud relativa de estas interacciones depende de las densidades de carga, así como del tamaño, forma, concentración de las especies interaccionantes y de parámetros como la temperatura, fuerza iónica, etc.

Fruto de estas interacciones, se producen complejos polielectrolito-tensoactivo que pueden llevar a la formación de coacervatos, precipitados y también nanoestructuras. La presencia y estabilidad de estos dependen principalmente de la concentración total y relativa de las especies. En este trabajo, estudiamos mezclas del polielectrolito aniónico PAA (ácido poliacrílico) y el tensoactivo catiónico gémini 12-2-12. Al ser los grupos cargados presentes en los polímeros ácidos dé-

biles, su grado de ionización, y por ende, la carga del polímero, puede ajustarse cambiando el pH de la solución. Así, estudiamos el comportamiento en la interfaz aire-solución de las mezclas a pH 3, 6 y 11; variando la concentración del tensoactivo. El estudio se centró en la dinámica de adsorción mediante la técnica de la gota burbuja inmóvil, que permite obtener la tensión superficial en función del tiempo a partir del perfil de una burbuja ajustando la ecuación de Young-Laplace.

Podemos observar que la velocidad de adsorción depende tanto de la concentración del tensoactivo como de la carga del polímero, siendo la más rápida a pH 3, y la más lenta a pH 6.

Referencias:

Khan, N, Brettmann B. Polymers 2019, 11, 51.

Guzmán E, Fernández-Peña L, Ortega F, González Rubio R. Current Opinion in Colloid and Interface Science, 2020, 48, 91.

Poster ID: MB-29

Interacciones intra-poblacionales contrarrestan efectos poblacionales positivos del incremento de la mortalidad

Maxwell J^{1 3}, Sánchez De La Vega C^{2 4}, Ventura A C^{1 3}

¹ Instituto de Fisiología, Biología Molecular y Neurociencias (IFIBYNE), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN), Universidad de Buenos Aires (UBA), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

² Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN), Universidad de Buenos Aires (UBA), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Instituto de Cálculo

³ Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN), Universidad de Buenos Aires (UBA), Departamento de Física

⁴ Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN), Universidad de Buenos Aires (UBA), Departamento de Matemática

Para un modelo poblacional no estructurado, es decir, un modelo para la dinámica de individuos indistinguibles entre sí, que sólo tiene en cuenta la abundancia poblacional, es posible seleccionar condiciones generales para que se cumpla la *regla de disminución de la densidad-mortalidad*. Esta regla indica que un aumento en la mortalidad per cápita conduce a una disminución en la densidad de población en el equilibrio. Partiendo de las mismas condiciones, excepto ahora considerando estructura en el modelo, teniendo en cuenta las diferencias entre individuos en edad o tamaño, esta regla pierde generalidad. El fenómeno de una población que aumenta en respuesta a un aumento en su tasa de mortalidad per cápita se ha denominado *efecto hidra*.

Evaluamos dicho efecto en un modelo poblacional del tipo recursos-consumidor estructurado empleando un sistema de EDOs. Los recursos se mantuvieron sin estructura. Atributos de los consumidores incluyen búsqueda de alimento, asimi-

lación (incluida la producción de nuevos descendientes juveniles y maduración) y envejecimiento, y esta población está estructurada en etapas en función de la edad: juveniles pre-reproductivos, adultos y adultos post-reproductivos o adultos mayores (J, A, S) . Se considera un aumento de la tasa de mortalidad en individuos posreproductivos y se calcula su impacto sobre el tamaño total de la población en equilibrio. Encontramos condiciones que conducen al efecto hidra y al efecto opuesto. Asimismo, descubrimos que agregar una interacción de cooperación (análoga al comensalismo entre especies) entre individuos post-reproductivos (S) y pre-reproductivos (J) contrarresta el efecto hidra, eliminando los efectos positivos de mortalidad a nivel de población.

Poblaciones con fuerte carácter social, cuyos individuos interactúan cooperativamente (en este caso, los ancianos ayudando a los jóvenes), responden negativamente a un aumento de las enfermedades relacionadas con la vejez, disminuyendo la densidad de población total en el estado estacionario. Dado que se ha encontrado una correlación empírica entre el carácter social de poblaciones de mamíferos y la longevidad de sus individuos, este fenómeno ecológico puede ser relevante en la evolución de la senescencia.

Referencias

- de Roos A. M. (2018). When individual life history matters: conditions for juvenile-adult stage structure effects on population dynamics. *Theoretical ecology*, 11(4), 397-416. de Roos A. M. (2021). Dynamic population stage structure due to juvenile-adult asymmetry stabilizes complex ecological communities. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 118(21), e2023709118. Schröder, A., van Leeuwen, A., & Cameron, T. C. (2014). When less is more: positive population-level effects of mortality. *Trends in ecology & evolution*, 29(11), 614-624.

Materia Condensada

Charlas

Martes 19 de 14:00 a 14:20

Rectorado UNS - Aula Magna

Caracterización de una muestra de ϵGa_2O_3 dopada a partir de su foto-respuesta.

Saracho S¹, Figueroa C M^{1 2 3}, Marin O^{1 2 3}

¹ Universidad Nacional de Tucumán (UNT)

² Instituto de Física del Noroeste Argentino (IFINOA)

³ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

A partir de considerar a la conducción eléctrica en un film semiconductor como un proceso de transmisión de partículas a través de un medio activo, se pueden obtener expresiones simples para los coeficientes de transporte en un modelo bipolar. Debido a su simplicidad, con esta formulación se puede abordar la descripción del transporte complejo de carga, en el que participan múltiples procesos de absorción y generación de portadores. Un ejemplo de esto es la respuesta eléctrica de un film fotoconductor sometido a la radiación de frecuencia adecuada. Esta respuesta puede calcularse analíticamente a partir de un modelo de bandas y defectos. A partir del ajuste entre las curvas medidas y teóricas es posible validar el modelo propuesto y caracterizar la muestra. Como un ejemplo, evaluamos una película delgada de ϵGa_2O_3 dopada con Mg, obteniendo estimaciones para movilidades de electrones y huecos, secciones transversales de recombinación y captura de portadores por defectos, concentraciones de defectos y densidad de estados de las bandas.

Contacto: Santiago Saracho, santiago.saracho08@gmail.com

Martes 19 de 14:20 a 14:40

Rectorado UNS - Aula Magna

Desarrollo de un detector de fotones basado en resonadores superconductores de alta inductancia cinética

Potosí E¹, Ramos K¹, Tosi L¹

¹ Instituto Balseiro - Universidad Nacional de Cuyo

Un detector KID consiste en un resonador microondas, fabricado con un material superconductor, cuya frecuencia es sensible a cambios en la inductancia cinética [1]. En particular, su principio de funcionamiento permite la detección de

fotones con energía mayor a dos veces el gap superconductor [1]. En esta charla voy a presentar nuestro diseño de arreglos de detectores de fotones basado en la implementación de resonadores microondas de distinta frecuencia y con alto factor de calidad acoplados a una sola línea de transmisión, que se pueden monitorear mediante multiplexación (FDM). Respecto al diseño de los detectores, voy a discutir los parámetros para optimizar la sensibilidad (como por ejemplo fabricar los resonadores con superconductores de alta inductancia cinética [2]) y voy a mostrar figuras de mérito obtenidas mediante simulaciones de elementos finitos. Finalmente, voy a presentar los avances en la fabricación y caracterización de estos detectores.

Contacto: Kelvin Julinio Ramos villalobos, kelvin.ramos@ib.edu.ar

Martes 19 de 14:40 a 15:00

Rectorado UNS - Aula Magna

Describiendo las propiedades electrónicas de superconductores no-convencionales con Fe o Bi: efecto de correlaciones

Ventura C I² ¹ ³, Querales Flores J D⁴, Citro R⁵, Rodríguez Nuñez J J⁶

¹ Centro Atómico Bariloche (CAB), Gerencia de Física

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

³ „ Universidad Nacional de Río Negro (UNRN), Bariloche

⁴ „ Carelon Global Solutions Ireland, Nat. Technol. Park Limerick, Irlanda

⁵ „ CNR-SPIN, y Depto. de Física E.R.Caianiello, Univ. de Salerno, Italia

⁶ „ Depto. de Física-FACYT, Univ. de Carabobo, Venezuela

Los superconductores no-convencionales se caracterizan por poseer una interacción electrón-fonón de magnitud insuficiente para mediar el acoplamiento entre electrones en su estado superconductor. Entre ellos están los cupratos con planos de CuO₂ cuya superconductividad se descubrió en 1986. En 2008 se encontró la superconductividad en compuestos laminares basados en Fe, mientras que en 2012 se agregaron los compuestos con planos de BiS₂. Dichas familias presentan diagramas de fase complejos, debido a las correlaciones entre los distintos grados de libertad relevantes, que dificultan su estudio experimental y descripción teórica.

Si bien poseen estructuras cristalinas laminares similares, hay diferencias importantes entre estas familias de superconductores no-convencionales. A los compuestos basados en Fe o Bi, con correlaciones electrónicas de magnitud intermedia, se los caracteriza también como superconductores multi-banda, por la coexistencia cerca del nivel de Fermi de bandas correspondientes a orbitales electrónicos distintos, involucradas en la superconductividad.

Mostraremos cómo con modelos microscópicos simplificados para las familias de compuestos con Fe o con Bi, y técnicas apropiadas para su tratamiento, hemos podido describir resultados experimentales de varias de sus propiedades electrónicas, y hacer predicciones. Nos hemos enfocado en el estudio de propiedades electrónicas del estado normal, como la topología de la superficie de Fermi, propiedades espectrales, transporte y magnetotransporte, conductividad óptica y poder termoeléctrico, y su dependencia con temperatura, dopaje y momento cristalino. Comparamos la relevancia de la inclusión de correlaciones electrónicas para los superconductores no-convencionales con Fe o con Bi.

Contacto: Cecilia Ileana Ventura, civentura@unrn.edu.ar

Martes 19 de 15:00 a 15:20

Rectorado UNS - Aula Magna

Estudio de Nanopartículas en Suspensión con la Técnica de Scattering de Rayos X a Bajo Ángulo

Orso J A¹ ³, Dawidowski J¹ ² ⁴, Roldan V² ³, Pellegrí N² ³, Lamas D⁵

¹ Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA)

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

³ Universidad Nacional de Rosario (UNR)

⁴ Instituto Balseiro (IB)

⁵ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Universidad Nacional de Gral. San Martín (UNSAM), Instituto de Tecnologías Emergentes y Ciencias Aplicadas

Las técnicas de dispersión a bajo ángulo, ya sea de rayos X o neutrones, (SAXS o SANS), están bien establecidas, y permiten determinar las características de estructuras a escalas nanométricas, de gran importancia en diversas ramas de la ciencia. En este trabajo se determinaron tamaños y la morfología de nanopartículas en suspensión mediante experimentos de SAXS. Para el análisis se utilizaron modelos empíricos.

Las muestras estudiadas fueron nanopartículas de plata diluidas en etanol absoluto y en agua. Se aplicó el modelo de Guinier-Porod, que fue el que mejor ajustaba a los datos experimentales, debido a la gran polidispersión y a la diversidad de formas observadas en las nanopartículas. De esta manera se pudo obtener un radio de giro R_g , y por lo tanto el radio medio de las nanopartículas, $R = R_g \sqrt{(5/3)}$. Además se pudo determinar el parámetro s, en el modelo de Guinier-Porod, que permite inferir las formas de las nanopartículas.

Como consecuencia de estos resultados, calculamos las secciones eficaces totales neutrónicas en función de la energía de estos sistemas.

Contacto: Jose Andres Orso, orsojose@hotmail.com

Martes 19 de 15:20 a 15:40

Rectorado UNS - Aula Magna

Estudio estructural y eléctrico del Na₂Zn₂TeO₆ dopado con iones divalentes

Salgado R¹, Terny S¹, Frechero M A¹

¹ Universidad Nacional del Sur (UNS), Instituto de Química del Sur (INQUISur)

La producción de baterías de estado sólido (ASSB) es la actual demanda tecnológica debido a que son más seguras, menos costosas y que pueden alcanzar una gran densidad energética en comparación con sus antecesoras, las conformadas con electrolitos líquidos. Las ASSB se dividen en dos grandes grupos: las de óxidos y las de sulfuros. En particular, las de óxidos tienen una mayor estabilidad química en una amplia ventana de potencial. Para mejorar el desempeño de las ASSB se debe contar con electrolitos sólidos con conductividad eléctrica superior a 1 mS.cm⁻¹ a temperatura ambiente, pero que no pierda sus propiedades en una amplia ventana de temperatura. El objetivo de este trabajo es sintetizar por el método de reacción de estado sólido conductores de ion sodio de baja temperatura del tipo: Na₂M₂TeO₆ (donde M: Zn²⁺, Ba²⁺), buscando optimizar la síntesis por medio de la modificación del paso determinante de la estructura, la oxidación. La caracterización se llevó a cabo mediante: calorimetría diferencial de barrido (DSC) para evaluar la respuesta de la estructura a las variaciones térmicas, difracción de Rayos X (DRX) para determinar la calidad y pureza de la fase cristalina obtenida, espectroscopía infrarroja con Transformada de Fourier (FTIR) con el objeto de establecer confirmar la interacción del dopante con el esqueleto y microscopía electrónica de barrido (SEM) para evaluar las características morfológicas del material después del sinterizado. Adicionalmente, la espectroscopía de impedancia (IS) y la cronoamperometría que se utilizaron para evaluar la respuesta eléctrica de los materiales obtenidos en función de la temperatura y comprender las características del mecanismo de transporte de los portadores.

Contacto: Marisa Frechero, frechero@uns.edu.ar

Martes 19 de 15:40 a 16:00

Rectorado UNS - Aula Magna

Impresión óptica de nanopartículas metálicas: últimos avances, aplicaciones y perspectivas

Violí I L^{1,2}, Gargiulo J^{1,2}, Stefani F²

¹ Universidad Nacional de Gral. San Martín (UNSAM), Instituto de Nanosistemas (INS)

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

Las nanopartículas metálicas (NPs) se encuentran en un lugar privilegiado dentro de los nanomateriales debido a su particular interacción con la luz, fenómeno conocido como resonancia de plasmón superficial localizada (o LSPR por sus siglas en inglés).[1] La frecuencia que describe estas oscilaciones depende de la composición, forma y tamaño de las NPs, así como del entorno que las rodea. Al iluminar NPs en su resonancia plasmónica también ocurren fenómenos fotofísicos como la liberación de calor, la intensificación de campo cercano y la generación de portadores cargados de alta energía. Muchas reacciones químicas pueden beneficiarse al contar con fotones, electrones y/o calor confinados en la nanoescala, habilitando nuevos caminos y su potencial especificidad o selectividad para determinados productos.[2] Esta idea dio lugar al concepto de química asistida por plasmónica, el cual surgió hace muy pocos años y por lo tanto posee aún varios interrogantes por resolver en cuanto a la injerencia de cada uno de los fenómenos fotofísicos en distintos tipos de reacciones y materiales, y cómo controlarlos.[3] En este trabajo contaré los últimos avances en la fabricación de arreglos de NPs obtenidos por impresión óptica, y su uso como plataforma robusta para el estudio de reacciones asistidas por luz a nivel de partícula individual.[4,5] Como ejemplo práctico, mostraré el crecimiento controlado y fotoinducido de NPs de oro previamente depositadas.[6,7]

- [1] S. A. Maier, *Plasmonics: Fundamentals and Applications*, Springer, 2007.
- [2] J. Gargiulo, R. Berté, Y. Li, S. A. Maier, E. Cortés, *Acc. Chem. Res.* 2019, 52, 9, 2525.
- [3] G. Baffou, I. Bordacchini, A. Baldi, R. Quidant, *Light Sci. Appl.* 2020, 9, 108.
- [4] I. L. Violí, L. P. Martínez, M. Barella, C. Zaza, L. Chvátal, P. Zemánek, M. V. Gutiérrez, M. Y. Paredes, A. F. Scarpettini, J. Olmos-Trigo, V. R. Pais, I. D. Nóbrega, E. Cortes, J. J. Sáenz, A. V. Bragas, J. Gargiulo, F. D. Stefani, *J. Chem. Phys.* 2022, 156.
- [5] L. P. Martínez, S. Poklepovich-Caride, J. Gargiulo, E. D. Martínez, F. D. Stefani, P. C. Angelomé, I. L. Violí, *Nano Lett.* 2023, 7, 2703
- [6] L. P. Martínez, J. Gargiulo, M. Barella, I. L. Violí, F. D. Stefani, *Adv. Opt. Mater.* 2022, 10, 2102724.
- [7] I. L. Violí, J. Gargiulo, C. von Bilderling, E. Cortés, F. D. Stefani, *Nano Lett.* 2016, 16, 6529.

Contacto: Ianina Lucila Violí, ivioli@unsam.edu.ar

Miércoles 20 de 14:30 a 14:50

Rectorado UNS - Aula Magna

Análisis y clasificación de familias de líquidos de espines clásicos a partir de la topología de bandas

Davier N¹, Gómez Albaracín F²³, Rosales D²³, Pujol P¹¹ „Laboratoire de Physique Théorique, Université de Toulouse, CNRS, UPS, France² Instituto de Física de Líquidos y Sistemas Biológicos (IFLYSIB), CONICET³ Universidad Nacional de La Plata (UNLP), Departamento de Ciencias Básicas, Fac. de Ingeniería, La Plata, Argentina

Los líquidos de espines clásicos son un tema de investigación muy activo desde hace años debido a las exóticas características que presentan estas fases. Entre los más comunes se pueden nombrar los líquidos de espín de corto alcance y líquidos de espín algebraicos, que muestran correlaciones dipolares a temperatura cero. En este trabajo, presentamos una investigación de diferentes familias de líquidos de espín clásicos combinando técnicas analíticas y simulaciones numéricas de Monte Carlo [1]. Nuestro estudio se basa en la Aproximación Luttinger-Tisza (LTA), la cual está asociada con la función de vector de restricción en el espacio de momentos, cuyas propiedades generales permiten la clasificación de diferentes líquidos de espín. Además, analizamos la ley de Gauss efectiva emergente de diferentes tipos de líquidos de espín e identificamos estados que muestran líneas adicionales de degeneración. Como ejemplo, aplicamos nuestro enfoque a tres familias diferentes de líquidos de espín definidos en las redes de checkerboard y kagome, que exhiben una notable variedad de situaciones, incluidos varios casos de líquidos de espín algebraicos de rango superior y de corto alcance.

[1] A combined approach to analyze and classify families of classical spin liquids, Naïmo Davier, Flavia Gómez Albaracín, Diego Rosales, Pierre Pujol, arXiv:2304.10906 [cond-mat.str-el]

Contacto: Hector Diego Rosales, rosales@fisica.unlp.edu.ar

Miércoles 20 de 14:50 a 15:10

Rectorado UNS - Aula Magna

Drag de Coulomb entre bicapas de grafeno rotadas

Escudero F¹², Ardenghi J S¹²¹ Universidad Nacional del Sur (UNS), Departamento de Física, Av. Alem 1253, B8000, Bahía Blanca, Argentina² Instituto de Física del Sur (IFISur), Conicet, Av. Alem 1253, B8000, Bahía Blanca, Argentina

En los últimos años, las bicapas de grafeno rotadas han emergido como una prometedora plataforma para estudiar en detalle el comportamiento de sistemas dominados por fuertes interacciones electrónicas [1]. Estas interacciones dan lugar a un complejo diagrama de fase, caracterizado por transiciones del tipo metal-aislante o metal-superconductor [2,3]. Dichos comportamientos surgen al acercarse a un ángulo "mágico", de aproximadamente 1 grado, en donde la velocidad de Fermi de los electrones se anula y la densidad de estados aumenta [4,5]. Esto conlleva un incremento significativo de las interacciones electrónicas. En mediciones de transporte convencionales, dicho efecto suele aparecer, sin embargo, como una perturbación al mecanismo de scattering predominante, típicamente debido a impurezas o fonones. Una excepción proviene del fenómeno de drag de Coulomb entre dos capas conductoras [6], el cual depende exclusivamente de las interacciones electrónicas entre capas. El efecto consiste en la aparición de una diferencia de potencial en una capa aislada debido al flujo de una corriente eléctrica en otra capa muy cercana. En este trabajo se estudia teóricamente este fenómeno de drag entre dos bicapas de grafeno rotadas, separadas de forma tal que solo interactúan entre sí por medio del potencial Coulombiano. Se obtiene que, con solo manipular el ángulo de giro, el drag de Coulomb cambia drásticamente su comportamiento debido a un cruce del sistema entre regímenes degenerados y no-degenerados. Cuando el ángulo de giro en cada bicapa es diferente, el drag presenta un comportamiento no trivial debido a su dependencia con el espacio disponible para scattering en cada bicapa. En particular, en función de la diferencia entre los ángulos, se observan diferentes picos de máximos y mínimos en la resistividad de drag. Dicho comportamiento es muy sensible a diferentes parámetros del sistema, tales como la temperatura, la densidad de carga y la distancia entre las bicapas. A su vez, depende de que el scattering en cada bicapa rotada está dominado por contribuciones de fonones e impurezas cargadas. Los resultados obtenidos reflejan la relevancia del ángulo de giro en las propiedades electrónicas de las bicapas de grafeno rotadas, y representan un primer paso hacia el estudio de fenómenos de drag en dichos sistemas.

- [1] Andrei, E.Y., MacDonald, A.H., Nat. Mater. 19, 1265–1275 (2020)
- [2] Cao, Y., Fatemi, V., Fang, S. et al., Nature 556, 43–50 (2018)
- [3] Cao, Y., Fatemi, V., Demir, A. et al., Nature 556, 80–84 (2018)
- [4] R. Bistritzer and A. H. MacDonald, Proc. Natl. Acad. Sci. 108, 12233 (2011)
- [5] J. M. B. Lopes dos Santos, N. M. R. Peres, and A. H. Castro Neto, Phys. Rev. Lett. 99, 256802 (2007)
- [6] B. N. Narozhny and A. Levchenko, Rev. Mod. Phys. 88, 025003 (2016)

Contacto: Federico Nahuel Escudero, fede_escudero@hotmail.com

Miércoles 20 de 15:10 a 15:30

Rectorado UNS - Aula Magna

Efecto de campo eléctrico en sistemas de skyrmiones magnéticos

Vela Wac A^{1 2}, Gómez Albararacín F A^{1 2}, Rosales H D^{1 2}, Cabra D C^{3 1}

¹ Instituto de Física de Líquidos y Sistemas Biológicos (CONICET - Facultad de Ciencias Exactas UNLP)

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

³ Departamento de Física - Facultad de Ciencias Exactas - Universidad Nacional de La Plata

En los materiales multiferroicos, las propiedades eléctricas y magnéticas están fuertemente correlacionadas entre sí mediante acoplamientos magnetoeléctricos. En el material aislador Cu₂OSeO₃, experimentalmente se han detectado skyrmiones magnetoeléctricos [1], quasi partículas formadas con espines con propiedades topológicas. En los últimos años, se ha observado que el tamaño de esta fase de skyrmiones puede ser manipulado por un campo eléctrico externo, ofreciendo alternativas para potenciales aplicaciones tecnológicas [2, 3].

Con esta motivación, en este trabajo se estudia, mediante simulaciones Monte Carlo y métodos analíticos, el comportamiento de un modelo magnético en el que típicamente se observan skyrmiones (combinando interacciones ferromagnéticas de intercambio y de Dzyaloshinskii-Moriya) bajo campos magnéticos y campos eléctricos externo. Para eso, se modela el acoplamiento magnetoeléctrico según el modelo de hibridización d-p [1]. Resultados preliminares indicarían que la aplicación de un campo eléctrico en distintas direcciones puede distorsionar la fase de skyrmiones, e incluso favorecer la aparición de skyrmiones en regiones de campo magnético donde éstos no eran previamente estabilizados.

[1] Magnetoelectric nature of skyrmions in a chiral magnetic insulator Cu₂OSeO₃, Seki, S. and Ishiwata, S. and Tokura, Y., Phys. Rev. B, 86 (2012)

[2] Electric field control of the skyrmion lattice in Cu₂OSeO₃, J. S. White et al., Journal of Physics: Condensed Matter 24 (43) (2012)

[3] Electric-Field-Induced Skyrmion Distortion and Giant Lattice Rotation in the Magnetoelectric Insulator Cu₂OSeO₃, J. S. White et al., Physical review letters 113 (10) (2014)

Contacto: Atilio Vela wac, atilio.vela.wac@gmail.com

Miércoles 20 de 15:30 a 15:50

Rectorado UNS - Aula Magna

Enlazando estados de Majorana con fluxones en Junturas Josephson

Rodríguez Ruiz G F¹, Arrachea L¹

¹ Instituto de Ciencias Físicas (ICIFI), Universidad Nacional de Gral. San Martín (UNSAM)

La característica principal de las fases topológicas es la existencia de estados de borde sin gap, mientras que el espectro del sistema tiene gap en el volumen.[1] En el caso de los superconductores topológicos, éstos son estados descriptos por fermiones de Majorana, localizados espacialmente en superficies, canales unidimensionales o prácticamente puntuales, dependiendo de la dimensionalidad del sistema.[2] La fase de superconductor topológico se manifiesta principalmente en la corriente Josephson, la cual consiste en la aparición de una corriente eléctrica por efecto túnel entre dos superconductores formando una juntura.[3] En este trabajo estudiamos la existencia de nuevos efectos relacionados con la generación de estados ligados de Majorana en junturas Josephson en presencia de vórtices (fluxones).

[1] B. Bernevig, Topological Insulators and Topological Superconductors, Princeton University Press, 2013.

[2] A. A. Aligia, D. P. Daroca, and L. Arrachea, Tomography of zero-energy end modes in topological superconducting wires, Physical Review Letters 125, 256801 (2020).

[3] Gabriel F. Rodríguez Ruiz, Liliana Arrachea, et. al., Josephson junctions of 2D time-reversal invariant superconductors: signatures of the topological phase, Phys. Rev. B 106, 195415 (2022).

Contacto: Gabriel Fernando Rodriguez ruiz, gabrielrr96@gmail.com

Miércoles 20 de 15:50 a 16:10

Rectorado UNS - Aula Magna

Estudio del efecto del desorden en red cuadrada de skyrmiones ferromagnéticos

Iroulart E¹ ², Rosales D² ³

¹ Facultad de Ciencias Exactas (FCE), Universidad Nacional de La Plata (UNLP), La Plata, Argentina

² Instituto de Física de Líquidos y Sistemas Biológicos (IFLYSIB), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

³ Facultad de Ingeniería (FI), Universidad Nacional de La Plata (UNLP), Departamento de Ciencias Básicas, La Plata, Argentina

Los skyrmiones son estructuras magnéticas de espín topológicamente estables

que ofrecen grandes promesas para aplicaciones en dispositivos spintrónicos debido a sus propiedades únicas y su potencial para almacenamiento y procesamiento de información. Con el fin de comprender el impacto del desorden en el comportamiento de estas interesantes entidades magnéticas, introducimos variaciones aleatorias en las interacciones de intercambio entre sitios de la red cuadrada. En este trabajo, investigamos el efecto del desorden producido por enlaces aleatorios RBD (Random-Bond Disorder) en redes cuadradas de skyrmiones ferromagnéticos mediante simulaciones de Monte Carlo. Se estudiaron diagramas de fase en función del campo magnético, la temperatura, y la amplitud del desorden, así como las distintas regiones donde se generan estructuras topológicas no triviales.

Contacto: Esteban Andres Iroulart, estebaniroulart13@gmail.com

Miércoles 20 de 16:10 a 16:30

Rectorado UNS - Aula Magna

Excitaciones magnéticas y temperatura de Néel en el antiferromagneto triangular cuasi-bidimensional

Pomponio I L¹, Ghioldi E A², Gazza C J¹, Trumper A E¹, Manuel L O¹

¹ Instituto de Física Rosario (IFIR), Universidad Nacional de Rosario (UNR)

² Department of Physics and Astronomy, University of Tennessee; Instituto de Física Rosario (IFIR)

El notable incremento en la síntesis de antiferromagnetos triangulares, acompañado del desarrollo de técnicas experimentales cada vez más sofisticadas, como la dispersión inelástica de neutrones, hace necesario el desarrollo de nuevas técnicas analíticas y numéricas que permitan interpretar los resultados que no pueden explicarse mediante la teoría convencional de ondas de espín, como los espectros de excitaciones magnéticas con bandas de magnones renormalizadas y extensos continuos de excitaciones [1-3].

Algunos compuestos de interés, como el Ba₃CoSb₂O₉ y el KYbSe₂, entre otros, poseen un carácter altamente bidimensional, pero en general presentan alguna pequeña interacción de intercambio J_{\perp} que acopla las capas triangulares entre sí, donde dicha interacción suele ser órdenes de magnitud menor que la interacción de intercambio intra planar J . Esto da lugar a que tales materiales exhiban una temperatura de Néel no nula a la que se puede acceder experimentalmente [3-4].

En este trabajo presentamos un cálculo utilizando la representación de bosones de Schwinger para tratar los grados de libertad de espín del modelo de Heisenberg con $S = 1/2$ sobre redes triangulares débilmente acopladas entre sí. En primer lugar, encontramos que a nivel de campo medio la teoría arroja resultados confiables para la temperatura de Néel. Luego estudiamos las excitaciones

magnéticas del modelo mediante el cálculo del factor de estructura dinámico en función de la temperatura, incluyendo fluctuaciones gaussianas alrededor de la solución de campo medio. En esta teoría, las excitaciones naturales son espinones bosónicos ($S = 1/2$), que se ligan de a pares debido a las fluctuaciones de campos de gauge emergentes, dando lugar a excitaciones colectivas de $S = 1$ (magnones) para bajas energías y un continuo de excitaciones de alta energía asociado a espinones cuasi-libres [5-6]. Los resultados obtenidos indican que dicha ligadura entre espinones se debilita con la temperatura hasta desaparecer por completo al alcanzar la temperatura de Néel. Los mismos nos permiten definir un nuevo régimen en el diagrama de fases de los antiferromagnetos frustrados, ubicado entre el régimen clásico renormalizado (ordenado) y el crítico cuántico (desordenado), al que llamamos *régimen de Goldstone terminado* (RGT), y caracterizado por una temperatura de crossover T^* inferior a la temperatura de Néel. En el RGT, el orden está debilitado debido a las fluctuaciones térmicas, y las excitaciones colectivas de $S = 1$ sólo están bien definidas en una región acotada alrededor de los modos de Goldstone, mientras que en el resto de la zona de Brillouin el espectro se caracteriza por un difuso continuo de excitaciones.

- [1] Yuesheng Li et al, 2020 J. Phys.: Condens. Matter 32 224004
- [2] J. Ma et al, 2016, Phys. Rev. Lett. 116, 087201
- [3] R. Coldea et al, 2020, Phys. Rev. B 102, 064421.
- [4] A. O. Scheie et al, 2021, arXiv:2109.11527
- [5] E. A. Ghioldi et al, 2018, Phys. Rev. B 98, 184403
- [6] S. S. Zhang et al, 2019, Phys. Rev. B 100, 104431

Contacto: Ignacio Pomponio, ignaciopomponio@gmail.com

Miércoles 20 de 16:30 a 16:50

Rectorado UNS - Aula Magna

Respuesta de solitones quirales ante la aplicación de corriente en películas delgadas de helimagnets monoaxiales

Osorio S A^{1 2}, Lalierna V³, Campo J⁴, Bustingorry S^{4 1 2}

¹ Instituto de Nanociencia y Nanotecnología (INN), Nodo Bariloche, Av. Bustillo 9500 (R8402AGP), S. C. de Bariloche, Río Negro, Argentina

² Centro Atómico Bariloche (CAB), Gerencia de Física, Av. Bustillo 9500 (R8402AGP), S. C. de Bariloche, Río Negro, Argentina

³ Universidad de Zaragoza (UNIZAR), Departamento de Matemática Aplicada, C/ María de Luna 3, 50018, Zaragoza, España

⁴ Universidad de Zaragoza (UNIZAR), Instituto de Nanociencia y Materiales de Aragón (CSIC-UniZar), C/ Pedro Cerbuna 12, 50009, Zaragoza, España

Los helimagnétos monoaxiales son materiales que se caracterizan por favorecer un orden magnético helicoidal en una única dirección, conocida como eje quiral. Esto se debe a la propagación de la interacción de Dzyaloshinskii-Moriya en una única dirección privilegiada. Como característica sobresaliente la presencia de un campo magnético externo altera el orden helicoidal en estos materiales, generando un estado con deformación cónica si el campo magnético se aplica en la dirección del eje quiral o formando una red de solitones quirales si el campo magnético se aplica perpendicular al eje quiral. En este trabajo se presentarán resultados de un estudio teórico-computacional de la estabilidad y control de las texturas magnéticas encontradas en helimagnétos monoaxiales cuando se aplica una corriente externa polarizada en espín. En particular se mostrará cómo se altera la estabilidad de la red de solitones quirales y de los estados cónicos cuando se aplica corriente, y los límites de metaestabilidad de éstos estados. Se discutirá en detalle la respuesta dinámica ante la acción de corriente como una posibilidad de control de la textura magnética. De particular interés es la posibilidad de aislar un único solitón quiral y controlarlo con corriente, caso que será analizado en detalle por su posible relevancia para el desarrollo de dispositivos basados en espintrónica.

- [1] V. Laliena, S. A. Osorio, D. Bazo, S. Bustingorry, J. Campo, Phys. Rev. B XXX (2023) YYYYYY
- [2] S. A. Osorio, V. Laliena, J. Campo, S. Bustingorry, Phys. Rev. B XXX (2023) YYYYYY
- [3] S. A. Osorio, A. Athanasopoulos, V. Laliena, J. Campo, S. Bustingorry, Phys. Rev. B 106 (2022) 094412
- [4] V. Laliena, S. Bustingorry, J. Campo, Sci. Rep. 10 (2020) 20430
- [5] S. A. Osorio, V. Laliena, J. Campo, S. Bustingorry, Appl. Phys. Lett. 119 (2021) 222405

Contacto: Sebastian Bustingorry, sbusting@cab.cnea.gov.ar

Jueves 21 de 14:00 a 14:20

Rectorado UNS - Aula Magna

Combinación de Manganitas para la Optimización del Efecto Magnetocalórico

Peluso D¹ 2⁴, Passanante S¹ 2³, Pérez D¹ 2, Quintero M¹ 2³

¹ Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Centro Atómico Constituyentes (CAC), Departamento de Física de la Materia Condensada, Gerencia de Investigación y Aplicaciones

² Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Centro Atómico Constituyentes (CAC), Instituto de Nanociencia y Nanotecnología (INN)

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

⁴ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Universidad de Buenos Aires (UBA), Instituto de Física de Buenos Aires (IFIBA), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN), Departamento de Física

Desde el descubrimiento del efecto magnetocalórico (EMC) a temperatura ambiente en compuestos basados en gadolinio (*Gd*) [1], se ha abierto la posibilidad de desarrollar sistemas de refrigeración magnética basados en este fenómeno. La comunidad científica ha dedicado gran esfuerzo a explorar estrategias para obtener un EMC más robusto, ya sea mediante la búsqueda de materiales con características deseadas o la modificación de materiales previamente estudiados.

En este trabajo, presentaremos resultados del estudio del EMC en óxidos de manganeso con valencia mixta, conocidos como manganitas. Estos compuestos exhiben propiedades eléctricas y magnéticas altamente sensibles a su composición, lo que permite ajustar parámetros relevantes para el EMC, como la temperatura de Curie, mediante diferentes niveles de dopaje y geometrías. Las muestras utilizadas en este estudio son LPCMO ($La_{0,305}Pr_{0,32}Ca_{0,375}MnO_3$) y LSMO(25) ($La_{0,75}Sr_{0,25}MnO_3$) y LSMO(12) ($La_{0,88}Sr_{0,12}MnO_3$).

Analizaremos el cambio de entropía magnética y su dependencia con la temperatura y el campo magnético en los compuestos mencionados anteriormente. Estos serán estudiados tanto en forma de polvo como en películas delgadas depositadas mediante la técnica de Depositación por Láser Pulsado (PLD).

Además, exploraremos las ventajas de combinar estos materiales en diferentes "composites" (mezclas de materiales sin reacción química), incluyendo polvos en bulk [2] y nanoestructuras en forma de multicapas de películas delgadas [3]. En particular, se ha observado un considerable aumento del EMC en películas delgadas debido al confinamiento de los espines en la dirección perpendicular a la superficie, en comparación con las muestras en bulk [4].

[1] V. K. Pecharsky, J. K. A. Gschneidner, Physical Review Letters 78, 23 (1997)

[2] H.C. Tian a, X.C. Zhong, Materials Letters 138, 64 (2015)

[3] Casey W. Miller, Dustin D. Belyea, Journal of Vacuum Science & Technology A 32, 040802 (2014)

[4] V.D. Mello , Ana L. Dantas, A.S. Carrico, Solid State Communications 140, 447 (2006).

Contacto: Dante Peluso, dantepeluso1@gmail.com

Jueves 21 de 14:20 a 14:40

Rectorado UNS - Aula Magna

Electrónica de alta potencia: simulación ab initio y Monte Carlo cinético de deposición y difusión de Ge, Ga, N y O sobre GaN.

Thomas G¹, Ferreyra R², Quiroga M A¹

¹ Instituto de Física de Materiales Tandil (IFIMAT), 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), Comisión de Investigaciones Científicas (CIC), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

² Instituto de Ciencias Físicas (ICIFI), Universidad Nacional de Gral. San Martín (UNSAM), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

Los semiconductores de GaN son materiales que tienen aplicaciones cruciales en la industria de la electrónica debido a su alta eficiencia energética, velocidad de commutación, aplicaciones en iluminación, electrónica de alta potencia y su capacidad para mejorar la miniaturización y el rendimiento general de los dispositivos electrónicos. No obstante, aun quedan desafíos pendientes en los procesos de fabricación: escalabilidad, costos de producción, miniaturización, manejo de calor, integridad del material y sostenibilidad ambiental. Por ello las simulaciones a escala atomística, como cálculos ab initio y nanoscópica como cálculos Monte Carlo cinético (kMC) han servido de guía en estudio de los procesos de deposición y crecimiento de este tipo de semiconductores. En este trabajo, investigamos la adsorción y difusión de Ge, Ga, N y O sobre GaN a diferentes escalas. Para ello se llevaron a cabo simulaciones ab initio, que permitieron obtener valores de las energías de interacción de las especies estudiadas con la superficie de GaN. A su vez, se utilizó el enfoque del Nudged Elastic Band para lograr una lista completa de las barreras de difusión de energía de las especies adsorbidas en la superficie. Los resultados de estas simulaciones atómicas se integraron en un modelo a nanoscala de kMC, lo que permitió obtener tasas de adsorción y la formación de aglomerados de átomos en la superficie de GaN. Este enfoque multiescala mejoró la comprensión de los mecanismos de deposición y aglomeración, y el papel, especialmente, desempeñado por Ge y O. Los resultados de las simulaciones fueron consistentes tanto con la literatura experimental como con la simulación. Hasta donde sabemos, no se han reportado resultados previos de simulaciones ab initio sobre la deposición de Ge sobre GaN. Según nuestro marco de simulación, debido a sus barreras de difusión y energías de adsorción relativamente altas comparadas

con las del Ga, los átomos de Ge actuaron como un punto de anclaje alrededor del cual tendieron a agruparse los átomos de Ga.

Contacto: Matias Quiroga, matias613q@gmail.com

Jueves 21 de 14:40 a 15:00

Rectorado UNS - Aula Magna

Estudio del mecanismo y origen de la fricción en materiales viscoelásticos

Buezas F S¹, Rango I E¹

¹ Universidad Nacional del Sur (UNS), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Departamento de Física, Instituto de Física del Sur (IFISUR)

Se presenta un método para estimar el coeficiente de fricción entre un cuerpo sólido viscoelástico y una superficie rugosa, a partir del modelado del contacto entre ellos. El coeficiente de fricción se obtiene como función de la topología de la superficie, condiciones externas tales como velocidad de deslizamiento, presión de contacto, etc y de los parámetros constitutivos del material (módulos elásticos, viscosidad etc).

Para ello, el cuerpo deformable se modela como un material del tipo Kelvin-Voigt mediante un modelo bidimensional basado en la mecánica del continuo. La rugosidad se obtiene mediante mediciones de un material real, realizadas con un microscopio confocal. Luego, la topología de la superficie se tiene en cuenta como una condición de borde. Las ecuaciones se tratan mediante el método de elementos finitos y la dependencia funcional entre el coeficiente de fricción y los parámetros constitutivos, topología y condiciones externas se reduce utilizando el Teorema de Buckingham del análisis dimensional.

Los resultados de las simulaciones muestran una curva donde se observa un aumento del coeficiente a velocidades de deslizamiento bajas, seguido de un posterior decrecimiento con la velocidad. Este comportamiento se explica por el hecho de que a velocidades bajas, la rugosidad de la superficie deforma el cuerpo elástico aumentando la superficie real de contacto mientras que a velocidades altas, los tiempos de relajación y oscilación son menos eficientes. Además se explica el mecanismo por el cual las fuerzas que son normales a las superficies de contacto generan una componente contraria a la dirección de deslizamiento dando lugar a la aparición de la fuerza de fricción.

Contacto: Fernando S. Buezas, fbuezas@uns.edu.ar

Jueves 21 de 15:00 a 15:20

Rectorado UNS - Aula Magna

QUATI, una línea de luz *XAS* dedicada a estudios con resolución temporal y espacial en SIRIUS

Figueroa S J A¹, Espindola A M¹, Torquato I F¹, Rochet A C¹

¹ Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais (CNPEM), Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS), 13083-970, Campinas, São Paulo, Brasil.

El desarrollo de materiales innovadores requiere una comprensión profunda de la estructura del material directamente relacionada con sus propiedades macroscópicas (i.e. rendimiento catalítico). Por ello, los estudios *XAS* (Espectroscopía de Absorción de Rayos X) en condiciones *in situ/operando* se han vuelto imprescindibles para explicar las relaciones estructura-actividad y poder resolver los intrigantes problemas que se abordan en esta área. En particular, los estudios de resolución temporal y espacial en condiciones cada vez más exigentes, se vuelven extremadamente necesarios para poder resolver los complejos problemas de caracterización de materiales. En la fuente de luz de sincrotrón brasileña SIRIUS [1], la nueva línea de luz **QUATI** ha centrado su diseño en probar la naturaleza dinámica de los materiales funcionales en condiciones reales de reacción. Presentaré en esta charla la nueva línea de luz y su estación final, actualmente en proceso de montaje. Basada en una fuente de dipolo Superbend de 3,2 T, la línea de luz **QUATI** proporcionará un alto flujo de fotones monocromáticos de 10^{10} - 10^{11} ph/s en todo el rango de energía de la linea de luz que va de 4,5 a 35 keV con un monocromador de salida estable en la posición de la muestra que fue diseñado internamente [2]. Además, tendremos en esta estación experimental una mesa experimental móvil (que se desplaza hasta 3 m más allá del punto focal) que proporciona un tamaño de haz variable de 10 μm a 6 mm. Esto nos brinda flexibilidad en el tamaño, pero también permite reducir la densidad de flujo manteniendo el flujo más alto posible sobre la muestra, lo que resulta esencial para mediciones de datos *XAS* de alta calidad y para evitar daños por radiación en muestras sensibles. Se propone adicionalmente de una infraestructura completa alrededor de la muestra para realizar caracterizaciones que operen con un enfoque en la combinación multitécnicas en implementaciones futuras (como espectroscopia Raman, difracción de rayos X, espectrotomografía, etc). El desarrollo del control experimental integrados [3], el flujo de adquisición de datos, tratamiento y análisis de una gran cantidad de datos, incluido el desarrollo de una base de datos experimental y de simulaciones teóricas son partes integrales de los desarrollos de la línea de luz para garantizar la calidad de los estudios e interpretacion de los datos *XAS* en **QUATI**.

[1] L. Liu, N. Milas, A. H. C. Mukai, X. R. Resende y F. H. De Sá, *J. Synchrotron Radiat.*, 2014, 21, 904–911

- [2] G. S. De Albuquerque, A. V Perna, J. L. B. Neto, M. A. L. Moraes, M. S. Souza, M. S. Silva and R. R. Geraldes, *Proc. ICALEPS2021*, 2021, 619–624
[3] S. J. A. Figueroa, D. B. Beniz, J. C. Mauricio, J. R. Piton, S. A. Parry and G. Cibin, *J. Synchrotron Radiat.* (2018). 25, 953-959

Contacto: Santiago José Alejandro Figueroa, santiago.figueroa@lnls.br

Jueves 21 de 15:20 a 15:40

Rectorado UNS - Aula Magna

Asamblea de Materia Condensada

Posters

Poster ID: MC-1

Estudio dieléctrico en muestras de ácido poliláctico fabricadas mediante impresión 3D

Tognana S^{1 2 3}, Montecinos S^{1 2 4}, Frosinini C^{1 2 3}, Salgueiro W^{1 2 3}

¹ Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNICEN), Fac. de Cs. Exactas, IFIMAT

² Centro de Investigaciones en Física e Ingeniería del Centro de la Provincia de Buenos Aires (CIFICEN), UNCPBA-CICPBA-CONICET

³ Comisión de Investigaciones Científicas (CIC)

⁴ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

El ácido poliláctico (PLA) es un polímero comúnmente usado en impresión 3D. Este es producido a partir del ácido láctico, un producto natural obtenido por fermentación de fuentes renovables. Es biodegradable, biocompatible y posee propiedades de barrera, además de presentar aceptables propiedades mecánicas, lo que lo convierte en un material de gran interés para distintas aplicaciones. Es semicristalino y tiene una transición vítrea en una temperatura cercana a 60°C. En función de que es un material cada vez más usado en la fabricación de prototipos, es necesario conocer sus propiedades físicas, y en especial en este trabajo se estudiarán sus propiedades dieléctricas. Para ello se implementó un dispositivo para determinar la permitividad relativa a distintas temperaturas y a frecuencias de 1 kHz, 10 kHz y 100 kHz. El barrido en temperatura se realizó desde temperatura ambiente hasta 140°C. Se determinó la permitividad real (ϵ) y el ángulo de desfasaje entre la componente real y la imaginaria (δ). Durante la fabricación, el

material se deposita fundido en una superficie (o cama) a temperaturas prefijadas entre temperatura ambiente y 90°C aproximadamente, con lo cual se desarrollan procesos de cristalización y envejecimiento. El objetivo de este trabajo fue determinar cómo afecta la temperatura de cama durante la impresión a la permitividad de la pieza. Se encontró que la muestra es semicristalina, y se realizó la hipótesis de que la fase amorfa puede ser discriminada en dos componentes: una fase amorfa con restricciones y una fase amorfa sin restricciones. Se ajustó la curva de $\tan(\delta)$ mediante dos curvas gaussianas asociando cada una a cada fase amorfa. Se encontró una considerable proporción de fase amorfa con restricciones. Esta fase se produce cuando existen restricciones de movilidad, por ejemplo, entre lamelas cristalinas. En este caso se analizó este comportamiento en función al tipo de fabricación.

Poster ID: MC-2

Estudio de dureza y módulo elástico en aleaciones base cobre con distintas microestructuras

Montecinos S^{1 2 3}, Tognana S^{1 2 4}, Salgueiro W^{1 2 4}

¹ Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNICEN), Fac. de Cs. Exactas, IFIMAT

² Centro de Investigaciones en Física e Ingeniería del Centro de la Provincia de Buenos Aires (CIFICEN), UNCPBA-CICPBA-CONICET

³ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

⁴ Comisión de Investigaciones Científicas (CIC)

Las aleaciones base cobre son muy utilizadas industrialmente debido a sus propiedades específicas para distintas aplicaciones, conferidas principalmente por los elementos aleantes contenidos y los tratamientos termomecánicos a los que son sometidas. Entre las aleaciones comerciales podemos encontrar las aleaciones termoendurecibles Cu-2Be, aleaciones con memoria de forma CuAlBe y bronce al aluminio como el bronce SAE68A y bronce SAE68B. Las propiedades mecánicas de cada material dependen de la composición de la aleación, tratamientos termomecánicos y microestructura obtenida. La aleación Cu-2Be es una aleación de alta resistencia y posee propiedades no-magnéticas, anti-chispa y buena resistencia a la corrosión. La aleación CuAlBe posee un comportamiento pseudoelástico, por lo que puede ser usada para aplicaciones como amortiguador pasivo, especialmente en control vibracional de estructuras civiles. Los broncees al aluminio SAE68 son aleaciones de bajo costo y pueden reemplazar a los aceros al carbono en piezas sometidas a altas presiones específicas, impactos, flexiones y compresiones alternativas en presencia de fuerte corrosión, además poseen buenas cualidades antifricción. El bronce SAE68A posee una composición de Cu-9Al-3Fe, mientras que el bronce SAE68B posee una composición de Cu-10Al-1Fe. En este trabajo se estudió la microdureza Vickers y módulo elástico de muestras de aleaciones

base cobre sometidas a distintos tratamientos térmicos. El módulo elástico fue determinado mediante la técnica de excitación por impulso. Se obtuvieron muestras con distintas microestructuras, principalmente compuestas de fase alfa, fase beta, fase martensita y fase gama, en distintas fracciones volumétricas y con precipitados con distintas morfologías. Cada microestructura fue analizada mediante imágenes por microscopía óptica y cuantificadas usando el programa ImageJ. Se analizó la dureza y módulo elástico medidos en cada muestra en función de las fracciones volumétricas de cada fase presente y de las propiedades estimadas de cada fase. Se encontró una buena aproximación de los parámetros medidos en cada muestra con una regla de mezclas de las fases presentes. Además, se analizó la influencia del tamaño de grano, la morfología de las distintas fases y las variaciones composicionales en las distintas aleaciones.

Poster ID: MC-3

En busca de la dimensión y tiempo de vida de los canales de migración iónica en sistemas vítreos

Sanchez Varretti F O¹, Iguain J L², Alonso J M³, Frechero M A⁴

¹ Facultad Regional de San Rafael (FRSR)

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

³ Instituto de Matemática Aplicada San Luis (IMASL)

⁴ Instituto de Química del Sur (INQUISur)

Se denominan canales de conducción iónica al conjunto de sitios en el seno de un sólido conductor, que permite el transporte de iones cargados que dan lugar a una corriente eléctrica a través del material. Tales canales iónicos en los electrolitos sólidos dependen de la estructura del material y tanto en sólidos cristalinos, policristalinos como vítreos, la capacidad de los iones para moverse a través de ellos depende de la composición química y el ordenamiento microscópico y la morfología del material. Estos sitios vacantes proporcionan rutas de migración para los iones, permitiendo su movimiento a través del material. Estos senderos de migración han mostrado ser altamente selectivos no solamente al tipo de ion sino también a su entorno, dependen de la temperatura y se reconfiguran en el tiempo dependiendo de la relajación estructural del esqueleto que los hospeda. En este trabajo hemos estudiado las configuraciones de los iones litio más móviles en el metasilicato de litio vítreo obtenidas de la simulación de dinámica molecular en función de la temperatura. Realizamos un estudio del espacio métrico definido del espacio de los átomos que conforman al sistema vítreo y a partir de las distancias dadas por sus coordenadas definimos un grafo que a cada temperatura permite evaluar tanto el diámetro como la dimensión finita. Estos espacios métricos vinculados a las características dinámicas de los iones (muy móviles o poco móviles) nos ha permitido revelar la dimensión, la morfología, el tiempo de vida, los cambios de conectividad y distribución espacial de los denominados canales de conducción

iónica y su relación con la relajación estructural dependiente de la temperatura, de la matriz que los hospeda.

Poster ID: MC-4

El camino hacia la cristalización: estructura del agua TIP4P/2005

Didoné P J¹, Ferrara G^{2 3}, Grigera S A²

¹ Universidad Nacional de La Plata (UNLP)

² Instituto de Física de Líquidos y Sistemas Biológicos (IFLYSIB)

³ Universidad Nacional Arturo Jauretche (UNAJ)

En este trabajo se estudiaron los cambios en la estructura del agua líquida, en su transición hacia la formación de cristales de hielo, en presencia de una semilla de cristalización plana. El estudio se llevó a cabo a partir de simulaciones por Dinámica Molecular (MD), utilizando el modelo de agua TIP4P/2005 como sistema bulk y como parte de la estructura de la semilla de cristalización. Se analizó el comportamiento estructural del agua en diferentes condiciones termodinámicas, a partir de parámetros de orden y de funciones de correlación de pares, entre otros. Entre los parámetros de orden, se optó por analizar Q_4 , Q_6 y Q_8 , mejor conocidos como parámetros de Steinhardt, los cuales se emplean en la distinción de estructuras cristalinas, en la identificación de átomos sólidos y líquidos y en la identificación de defectos en redes.

Todas las simulaciones se realizaron utilizando la técnica de dinámica molecular (MD), implementada con el paquete de GROMACS (GROningen MAchine for Chemical Simulations).

Poster ID: MC-5

Estudio de la formación de polidopamina sobre superficies basadas en grafeno como precursor de materiales compuestos

Domancich N F¹, Meier L A¹, Fuente S A^{1 3}, Rossi Fernández A C², Morgade C I N^{1 3}, Castellani N J¹

¹ Instituto de Física del Sur (IFISur)

² Instituto de Química del Sur (INQUISUR)

³ Facultad Regional de Bahía Blanca (FRBB)

Los materiales compuestos basados en grafeno presentan excelentes propiedades debido a su alta conductividad eléctrica y térmica, lo cual los hacen interesantes para aplicaciones en áreas como electrónica, energía y medicina. La polidopamina (PDA) se puede obtener a través de la autopolimerización de la dopamina (DA), formando en condiciones adecuadas un cubrimiento del substrato que impide la aglomeración de las láminas de óxido de grafeno reducido. Además, puede depositarse espontáneamente en la superficie de varios materiales

sólidos independientemente de su naturaleza química. Estos recubrimientos exhiben varias propiedades, que incluyen la formación de fuerzas de unión fuertes, fácil implementación en diferentes superficies de sustrato, excelente biocompatibilidad y versátil accesibilidad post-funcionalización. Algunos estudios indicarían que el 5,6-dihydroxyindole (DHI) actúa como iniciador y entrecruzador en la formación del recubrimiento de PDA. En el presente trabajo se estudia teóricamente la adsorción de DHI sobre superficies de grafeno y óxido de grafeno. Además, se analiza la adsorción de dímeros de PDA sobre superficies de grafeno con y sin vacancias. Los cálculos correspondientes se realizaron en el marco de la Teoría del Funcional de la Densidad (DFT) y considerando modelos periódicos. Se examinó comparativamente el comportamiento de estos sistemas y se evaluó la adhesividad en el sistema polidopamina/grafeno.

Poster ID: MC-6

Mediciones de muestras magnéticas micrométricas empleando dos tipos diferentes de micro-sensores

Godoy Lahiton M E¹, Calderón Rivero S D¹, Romá F J^{1,2}, Pastoriza H³, Dolz M I^{1,2}

¹ Universidad Nacional de San Luis (UNSL)

² Instituto de Física Aplicada (INFAP)

³ Centro Atómico Bariloche (CAB)

Las técnicas modernas permiten sintetizar diferentes tipos de estructuras magnéticas de tamaño micrométrico: nano-partículas, nano-hilos, nano-tubos, etc. En general, las mediciones experimentales de estos sistemas se realizan sobre muestras de polvo que contienen un gran número de estas entidades. El principal inconveniente que surge en estas investigaciones es que sólo es posible determinar las propiedades físicas colectivas o promedio de tales ensambles. Y, a partir de estas mediciones macroscópicas, es muy difícil inferir cuál es el comportamiento físico individual de cada micro-estructura. Afortunadamente, en la actualidad, usando micro-magnetómetros, es posible medir las características magnéticas de una única micro-estructura. Hay diferentes tipos de micro-sensores que pueden usarse como magnetómetros de alta sensibilidad. Entre ellos están los dispositivos MEMs (*Micro Electro Mechanical Systems*) y los micro-sensores *Hall*.

En este trabajo se presentan las primeras mediciones realizadas con un nuevo micro-magnetómetro de gradiente de campo (AGM) construido con tecnología MEMs. Este dispositivo permite medir simultáneamente dos de las componentes de la magnetización de una muestra microscópica. En particular, el AGM fue empleado para medir los ciclos de histéresis de una muestra ferromagnética micrométrica a temperatura ambiente. A modo de comparación y para realizar una caracterización completa de este micro-magnetómetro, se usó un micro-sensor *Hall* para estudiar una muestra de tamaño similar del mismo material ferromagnético.

Se realizó una comparación entre los ciclos de histéresis obtenidos usando ambos micro-sensores. Se detallan también las técnicas de excitación y control empleadas para operar el AGM a temperatura ambiente.

Poster ID: MC-7

Microestructura y propiedades mecánicas de una aleación base Al obtenida por ‘Spray Forming’

Rodeiro F¹, Pianetti M², Pichipil Huircapan M¹³

¹ Universidad de Buenos Aires (UBA), Facultad de Ingeniería, Dpto. de Mecánica, Lab. de Materiales, Grupo de Arqueometalurgia (GAM), Buenos Aires, Argentina

² Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), Subgerencia Operativa de Mecánica y Logística, Dpto. de Ensayos No Destructivos, Lab. de Microscopía Electrónica, Buenos Aires,

³ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Universidad de Buenos Aires (UBA), Instituto de Tecnologías y Ciencias de la Ingeniería "Hilario Fernández Long" (INTECIN), Buenos Aires, Argentina

Las técnicas de *Spray Forming*, también llamadas ‘Spray Casting’ o ‘Spray Deposition’, constituyen un conjunto de procesos de solidificación rápida, a partir del cual se pueden obtener microestructuras altamente refinadas que no se logran formar mediante los procesos de solidificación convencionales. Esta tecnología introducida por primera vez por Singer (1970-1972) y desarrollada posteriormente por Osprey Metals Ltd. combina las ventajas de la solidificación rápida, el procesamiento en estado semisólido y la obtención de un material en volumen casi terminado en dos etapas sucesivas de atomización y deposición sobre un substrato [1].

En particular en el método de Spray Forming pequeñas partículas de un metal fundido son eyectadas sobre la superficie de un substrato y/o crisol, con forma determinada, que las recoge a cierta distancia de la boquilla de eyeccción. Para ello, la aleación es calentada por inducción, en una atmósfera de gas inerte, hasta una temperatura generalmente por encima de la temperatura de líquidus de la aleación (entre los 50°C a los 200°C superior). Luego una corriente de gas a alta presión, generalmente una mezcla de argón/nitrógeno, produce la atomización del metal fundido, formando pequeñas gotas de varios tamaños que son impulsadas a través de la tobera sobre el recipiente receptor donde se forma el material en volumen o palanquilla.

Las aleaciones así obtenidas se caracterizan por presentar una microestructura refinada de granos equiaxiales de diámetro pequeño (20-50 μm) y la ausencia total de morfologías columnares y/o dendríticas, con altos niveles de homogeneidad microestructural y química. Se observa, adicionalmente, un refinamiento de las partículas intermetálicas, precipitados secundarios y fases eutéticas que pudieren formarse en el sistema seleccionado [2].

En comparación con procesos tradicionales de elaboración las técnicas de Spray

Forming han demostrado una gran superioridad y potencial para la elaboración de aleaciones livianas y/o con excelentes propiedades mecánicas en diferentes sistemas base Al, Al-Li, Cu, Ni, aceros [3-5]. En particular las aleaciones nanoestructuradas de Aluminio resultan de gran interés tecnológico debido a su baja densidad y a los altos valores de resistencia mecánica registrados.

En este trabajo se estudiaron muestras de material en polvo y en volumen de una aleación del sistema Al-Fe-V-Ti producida por Atomización gaseosa y Spray Forming. Se estudiaron las características micro-estructurales sobre un disco de 6.5 cm de radio y espesor irregular de entre 3 cm y 5 cm, además de muestras en polvo con una distribución de diámetros entre 45 μm y 250 μm .

Se analizaron resultados obtenidos mediante el empleo de Difracción de Rayos X, Microscopía Óptica, Microscopía Electrónica de Barrido (SEM) y Análisis Químico Elemental por Energía Dispersiva de Rayos X (EDX). Complementariamente se analizó la evolución microestructural de las muestras en polvo mediante Calorimetría Diferencial de Barrido (DSC) y en el disco se evaluaron sus propiedades mecánicas, a temperatura ambiente, tomando medidas de microdureza Vickers.

- [1] A. Yule and J. Dunkley, *Atomization of Melts*, Clarendon Press - Oxford (1994)
- [2] S.K. Chourasiya et al, *Materials Today: Proceedings* 44 (2021) 562-565
- [3] B. V. Ramana Reedy et al *Rev. Adv. Mater. Sci* 58 (2019) 147-158
- [4] Y. Hongchun et al, *J. Alloys and Compounds* 578 (2013) 208-214
- [5] V.C. Srivastava et al, *Materials Science and Engineering A* 304-306 (2001) 555-558

Poster ID: **[MC-8]**

Transferencia electrónica en interacciones dinámicas entre Ne^+ y MoS_2

Buitrago P¹, Romero M^{1,2}, Bonín C^{1,2}, Vidal R^{1,2}, García E¹, Bonetto F^{1,2}

¹ Instituto de Física del Litoral (IFIS), Güemes 3450, Santa Fe, Argentina

² Universidad Nacional del Litoral (UNL), Departamento de Física, Facultad de Ingeniería Química, Santiago del Estero 2829, Santa Fe, Argentina.

La transferencia de electrones entre átomos es un proceso fundamental que ha sido estudiado desde los inicios de la física y la química. En particular, la transferencia de carga durante las colisiones entre iones proyectiles y superficies constituye una de las bases para el análisis de las superficies [1].

En este trabajo se analiza teórica y experimentalmente la probabilidad de neutralización en la dispersión de iones de Ne^+ por una superficie semiconductora de disulfuro de Mo (MoS_2) en una configuración geométrica de retrodispersión (backscattering).

Desde el punto de vista experimental, se utilizó la técnica de dispersión de iones de baja energía (LEIS) para determinar experimentalmente las fracciones de iones retrodispersados por los átomos de Mo después de la colisión. Si bien el ángulo

de scattering es fijo e igual a 135° , los ángulos de entrada y salida pueden ser modificados sin restricciones. En este trabajo, dos geometrías de colisión fueron exploradas: i) un ángulo de incidencia de 45° y un ángulo de salida de 90° (ambos relativos a la superficie de la muestra), y ii) un ángulo de incidencia de 90° y un ángulo de salida de 45° . La energía de incidencia del proyectil se varió entre 1.5 y 8 keV.

Experimentalmente se encontró una alta tasa de neutralización en los proyectiles retrodispersados (del orden del 95 %), prácticamente independiente de la energía del proyectil y de la geometría de la colisión. Además, se determinó que los restantes iones dispersados son, dentro del error experimental, todos positivos. Por comparación, se realizó el mismo experimento en una superficie de Molibdeno metálico policristalino en el cual, si bien se encontraron diferencias con el MoS₂, se observó una alta tasa de proyectiles neutros retrodispersados.

Por el lado teórico, se aplicó un formalismo mecánico-cuántico basado en primeros principios para describir los procesos de transferencia de carga resonante involucrados en la situación dinámica descripta anteriormente [2]. Se examinan detalladamente todos los ingredientes físicos involucrados en el problema de intercambio de carga analizado, tales como la densidad de estados de la superficie, el número de átomos considerados para describir la colisión ion-superficie, la inclusión de estados del core de la superficie, y la relevancia de la posición en energía del proyectil en relación con el nivel de Fermi de la superficie blanco.

Nuestros cálculos muestran que: i) los estados internos (core) del Mo juegan un rol central en la transferencia de carga en este sistema, ii) es necesaria la inclusión de 4 átomos (Mo dispersor + 3 S) para una convergencia apropiada de los niveles de ionización y afinidad y sus anchos, y iii) el estado de carga del proyectil se define principalmente en la trayectoria de salida, existiendo una neutralización casi completa durante la trayectoria de entrada del proyectil.

Cálculos preliminares muestran que la alta tasa de proyectiles neutros encontrada experimentalmente no es adecuadamente descripta por la única contribución de intercambio de carga resonante al estado fundamental. De este modo, inferimos que otros mecanismos tales como la neutralización Auger o la neutralización resonante a los estados excitados del proyectil deberían incluirse en el modelo teórico para una correcta descripción de la transferencia de carga en este sistema. La inclusión de estados excitados (correlacionados con el estado fundamental) nos llevaría a una neutralización más en acuerdo con la data experimental [3].

[1] H.H. Brongersma, M. Draxler, M. de Ridder, P. Bauer, Surf. Sci. Rep. 62 (2007) 63

[2] Evelina A. García, C. González Pascual, P. Bolcatto, E. C. Goldberg, Surf. Sci. 600 (2006) 2195; M. A. Romero, A. Iglesias-García, Evelina A. García, E. C. Goldberg, Phys. Rev. B100 (2019) 085432

[3] A. Iglesias-García, F. Bonetto, R. Vidal. J. Ferrón, E. C. Goldberg, Phys. Rev. A89 (2014) 042702

Poster ID: MC-9

Propiedades estructurales y magnéticas del ZnO co-dopado con Mn y Al

Figueroa A¹, Grilli Z¹, Furlani M², Zandalazini C I^{1,3}, Oliva M I^{1,3}

¹ Universidad Nacional de Córdoba (UNC), Facultad de Matemática Astronomía, Física y Computación (FAMAF), X5000HUA Córdoba, Argentina

² Universidad Nacional del Litoral (UNL), Facultad de Ingeniería Química (FIQ), Dpto. de Física, Santa Fe, Argentina

³ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Instituto de Física Enrique Gaviola (IFEG), X5000HUA Córdoba, Argentina

La posibilidad de combinar las propiedades de los semiconductores y de los materiales magnéticos en un solo material, como es el caso de los semiconductores magneto-diluidos (SMD), ofrece características únicas en términos de funcionalidad, rendimiento y eficiencia energética en diversas aplicaciones tecnológicas. A su vez, en estos materiales es posible controlar sus propiedades a partir de cambios en la concentración (y tipo) de impurezas magnéticas consideradas en el dopaje, dando así un mayor grado de versatilidad para el diseño de nuevos dispositivos [1-3]. En este trabajo presentaremos un estudio sobre las propiedades estructurales y magnéticas del ZnO luego de doparlo con Mn y Al. Empleando el método cerámico convencional, se sintetizaron muestras considerando diferentes concentraciones de Mn y Al, y se analizaron mediante difracción de rayos X (DRX), espectroscopia de emisión de rayos X (XPS), y magnetometría de muestra vibrante (VSM). En todas las muestras se preserva la estructura de wurzita del ZnO, presentándose también la coexistencia con fases impurezas de óxidos de Mn y Al, según las concentraciones de dopantes. En consecuencia, los estados de oxidación estudiados por XPS permitieron analizar la dependencia de la formación de fases impurezas con la concentración de dopante. Para el estudio de las propiedades magnéticas se realizaron mediciones de curvas *Zero field cooled / Field cooled* (ZFC-FC), y ciclos de histéresis a diferentes temperaturas. A partir de estas mediciones fue posible estimar las distribuciones de tamaño de grano correspondientes a la fase superparamagnética, así como la contribución ferromagnética a la magnetización de saturación, según el porcentaje de Mn en cada muestra. Nuestros resultados permiten inferir que en el comportamiento magnético observado a temperatura ambiente no intervienen las fases impurezas, siendo este exclusivo del Mn como dopante, y que la contribución del Al es únicamente la de incrementar la concentración de portadores de carga.

[1] T. Dietl, Nature Mater 9 (2010) 965–974.

- [2] P. Norouzzadeh et al., Nanotechnology 31 (2020) 325704.
[3] M. Górska, et al., Phys. Stat. Solidi Basic Res. 259 (2022) 2100592.

Poster ID: MC-10

Remoción de nitratos mediante catalizadores de óxido metálicos: Estudio DFT

Domancich N F¹, Meier L A¹, Schvval B², Morgade C I N³ ¹, Rossi Fernández A C², Fuente S A³ ¹

¹ Instituto de Física del Sur (IFISur)

² Instituto de Química del Sur (INQUISur)

³ Facultad Regional de Bahía Blanca (FRBB)

El empleo de tecnologías catalíticas para la purificación de agua contaminada con altos niveles de nitratos es de suma importancia para nuestro país, donde la contaminación del agua dulce con estos iones ya no constituye un hecho aislado ni poco común. Esta se produce debido a la confluencia de diversos factores, como ser, el incremento del uso de fertilizantes y pesticidas, la contaminación con desechos químicos de origen domiciliario e industrial, entre otros. Según el Código Alimentario Argentino, el límite de nitratos establecido en el agua potable es de 45 mgL. La población más vulnerable son los bebés menores de 6 meses ya que, concentraciones elevadas de este ión puede ocasionarles cuadros de cianosis debido a la formación de metahemoglobina en sangre. Asimismo, se ha demostrado que los catalizadores basados en óxidos metálicos, son altamente eficientes para la eliminación de iones del agua, cuya presencia afecta a la salud humana [1]. Por los motivos antes mencionados, se comenzó con el estudio teórico, a nivel atómico, de la adsorción de nitratos sobre óxidos metálicos, con el fin de diseñar un catalizador eficiente y de bajo costo, para la eliminación de los mismos de aguas de consumo humano. Los cálculos teóricos se realizaron dentro del formalismo DFT, utilizando el paquete comercial VASP [2], con una base de ondas planas y condiciones periódicas. Se modelaron las superficies más estables de cada óxido, siendo: TiO₂ (en sus fases rutilo (110) y anatasa (101)), Fe₂O₃ (0001) y MgO (100). En primera instancia, se estudió la adsorción de la molécula NaNO₃ sobre los óxidos antes mencionados. Se optimizaron las geometrías y se calcularon las energías de adsorción. Se calcularon cargas atómicas utilizando el modelo de Bader, densidad de estados totales (DOS) y el orden de enlace (BO) el cual da una idea de la estabilidad del enlace químico. Los BO se calcularon de acuerdo con el análisis DDEC06. Además, se está estudiando el efecto de la incorporación de moléculas de agua en todos los sistemas, considerando que se emplearán como catalizadores para remediar aguas de consumo humano.

Referencias

1. L.A. Meier, A.B. Schvval, S.B. Ulacco, A.S. Lorenzetti, E. Vidal, C. Domíni, C.I.N. Morgade (2022). Study of phase-pure TiO₂ for the removal of fluorides

in water. Materials Today Communications 31(103389), 1-9.

2. G. Kresse, J. Furthmüller; Comput. Mater. Sci. 6 (1996) 15-20.

Poster ID: MC-11

Microfabricación de líneas de transmisión de microondas para aplicaciones en espintrónica

Bruegvin L¹, Perez D², Avilés Félix L¹ ²

¹ Instituto Balseiro (IB)

² Instituto de Nanociencia y Nanotecnología (INN)

La espintrónica es la rama de la física que explora las propiedades intrínsecas del espín de los electrones para generar densidades de corrientes puras de espín J_S , cuya principal característica es la trasmisión de información sin pérdida de energía por efecto Joule. Uno de los mecanismos para detectar y estudiar la influencia de la interacción de una corriente de espín con una material magnético es la utilización de dispositivos con dimensiones micrométricas de dos componentes: una bicapa de un metal con fuerte acople espín-órbita y un material magnético, y una línea de transmisión para inyectar señales microondas en el rango de los GHz. En este trabajo nos hemos enfocado en la optimización del proceso de microfabricación de cada componente del dispositivo. Para esto, hemos fabricado líneas de trasmisión de Pt sobre distintos sustratos con el objetivo de estudiar la dependencia de los parámetros geométricos y dieléctricos con la impedancia de la línea. Adicionalmente, caracterizamos con un VNA (Vector Network Analyzer) dispositivos fabricados con bicapas de Co/Pt y con líneas de Ti/Au. Se obtuvieron impedancias mayores a 35Ω para todo el rango de frecuencias entre 5 GHz y 20 GHz, comparables a los dispositivos fabricados en otra facilidad de sala limpia.

Poster ID: MC-12

Efecto de la proximidad con metales normales y materiales ferromagnéticos en la inestabilidad de Larkin-Ovchinnikov en sistemas superconductores desordenados

Blatter G¹, Sirena M¹ ² ³, De Biasi E¹ ² ³, Haberkorn N F¹ ² ³

¹ Instituto Balseiro (IB)

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

³ Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA)

La fabricación y caracterización de nanoalambres superconductores es de gran relevancia tecnológica debido a sus aplicaciones en detectores de fotones individuales. Estos dispositivos, conocidos como SNSPD (superconducting nanowire single-photon detectors), operan al hacer pasar una corriente cercana a la crítica. Cuando un fotón incide, se genera una zona caliente que reduce la sección superconductora, lo que se registra en una curva voltaje-tiempo como un pico de

voltaje. La recuperación de la superconductividad ocurre en un tiempo característico (τ) que está relacionado con la recombinación de electrones normales en pares de Cooper y la capacidad de disipación de calor por parte del sustrato. Se considera que τ determina la resolución máxima posible en un SNSPD [1].

Determinar las diferentes contribuciones a la respuesta temporal de un detector experimentalmente es difícil después de un evento de detección. Sin embargo, el valor de τ para un material superconductor en particular se puede determinar de forma independiente mediante lo que se conoce como la inestabilidad de Larkin-Ovchinnikov (LO). Esta inestabilidad se refiere a un salto abrupto hacia el estado normal en una curva corriente-voltaje durante la disipación. El modelo de LO relaciona la velocidad crítica de los vórtices en la inestabilidad con el valor de τ obtenido a partir de curvas que dependen del campo magnético [2].

En este estudio, se analiza el impacto de metales normales y ferromagnéticos en la inestabilidad de LO y las velocidades máximas de los vórtices durante la disipación en nanoalambres de nitruro de molibdeno. Se fabricaron bicapas utilizando metales normales como platino, tungsteno y aluminio, y materiales ferromagnéticos como Co, FePt y FeCo. En todos los casos, se observó un incremento en las velocidades máximas alcanzadas por los vórtices en función del campo magnético. Aunque el efecto de las bicapas superconductor/ferromagnético era conocido, nuestro estudio demuestra que este aumento también se observa en metales normales. Los resultados obtenidos se discuten teniendo en cuenta la conductividad térmica de los metales utilizados y la configuración de dominios en el caso de los materiales ferromagnéticos.

[1] Chandra M. Natarajan, Michael G. Tanner, Robert H. Hadfield. Superconducting nanowire single-photon detectors: physics and applications. *Supercond.Sci. Technol.* 25 (2012) 063001.

[2] A. I. Larkin, Y. N. Ovchinnikov. Nonlinear conductivity of superconductors in the mixed state. *Sov. Phys. JETP* 41 (1976) 960.

Poster ID: MC-13

Formación de entrelazamiento en doble-capa de grafeno dentro de una microcavidad

Arreyes F¹, Ardenghi J S², Escudero F²

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

² Universidad Nacional del Sur (UNS), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), IFISUR

En este trabajo se estudia la formación de entrelazamiento de un sistema com-

puesto de dos laminas de grafeno rotadas entre ellas dentro de una microcavidad plana. Considerando segunda cuantización sobre el campo electromagnético y usando teoría de perturbaciones, es posible obtener el rango de parámetros geométricos en los cuales los estados cuánticos de los electrones en las diferentes laminas de grafeno se entrelazan debido al intercambio de fotones virtuales. Por medio del cálculo de negatividad, que permite medir el grado de entrelazamiento entre estados, es posible obtener correlaciones no causales entre laminas para tiempos más cortos que el tiempo de vuelo de la luz entre laminas. Se muestra que la negatividad es modulada por el ángulo de rotación entre laminas, permitiendo la manipulación de estados tipo X para los electrones. Se propone un protocolo experimental con el fin de detectar estos efectos no causales entre laminas al permitir un potencial de compuerta en ellas que puede encenderse y apagarse de modo que no se solapan en el tiempo. Apagando el potencial de compuerta en una de las laminas en un tiempo menor al tiempo de vuelo de la luz es posible obtener correlaciones entre electrones en diferentes láminas a través del intercambio de fotones virtuales. El intercambio de estos fotones implica que el propagador puede no hacerse cero aun fuera del cono de luz.

- [1] J. S. Ardenghi, Phys. Rev. D 98 045006 (2018)
- [2] F. Arreyes, F. Escudero and J. S. Ardenghi, J. Phys. Condens. Matter 34 115602 (2022)

Poster ID: MC-14

Simulación de bordes de grano tipo tilt de bajo ángulo en bicristales de hielo

Di Prinzio C L^{1 2}, Druetta E¹, Fernández J R^{4 5 3}

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

² Instituto de Física Enrique Gaviola (IFEG)

³ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

⁴ Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Centro Atómico Constituyentes

⁵ Universidad Nacional de Gral. San Martín (UNSAM), Instituto Sabato

En este trabajo usamos la técnica de dinámica molecular para calcular las energías absolutas del borde de grano de bicristales de hielo de bajo ángulo de desorientación Ψ . A partir de la estructura cristalina de la wurtzita con átomos de oxígeno en sus sitios de red a la que luego se le agregaron los átomos de hidrógeno, usando el algoritmo desarrollado por M. Matsumoto [1], se construyeron dos series de bicristales de hielo simétricos tipo tilt con desorientaciones $\langle 10\bar{1}0 \rangle / \Psi$ y $\langle 11\bar{2}0 \rangle / \Psi$ de bajo ángulo. Los ángulos de desorientación seleccionados fueron tales que $\Psi < 20^\circ$ y de manera que las estructuras bicristalinas tuvieran el menor valor de Σ posible, donde Σ es la densidad de sitios coincidentes. Los bordes

de grano se formaron como un arreglo de dislocaciones de borde [2], teniendo en cuenta el conjunto *glide* de planos de deslizamiento [3], para lograr la configuración inicial de menor energía. Se utilizó el código LAMMPS para las simulaciones poniendo a prueba el potencial Tip4p/Ice [4]. Las energías fueron calculadas a las temperaturas de 5 K y 250 K. Los valores obtenidos se ajustan al modelo de Read-Shockley [5], y están de acuerdo con los resultados experimentales obtenidos por Susuki-Kuroiwa [6].

- [1] M. Matsumoto, T. Yagasaki, H. Tanaka. *J. Chem. Inf. Model.* **61**, 2542–2546 (2021).
- [2] A. Higashi, N. Sakai, *J. Phys. Soc. of Japan* **16**, 2359–2360 (1961).
- [3] D. L. Silva Junior, M. de Koning, *Phys. Rev. B* **85**, 024119 (2012).
- [4] J. L. F. Abascal, E. Sanz, R. García Fernández, C. Vega. *J. Chem. Phys.* **122**, 234511 (2005).
- [5] W. T. Read, W. Shockley, *Phys. Rev.* **78**, 275–289 (1950).
- [6] S. Suzuki, D. Kuroiwa, *J. Glaciology* **11**, 265–267 (1972).

Poster ID: MC-15

Simulación de defectos puntuales en U10%Mo

Ramunni V¹, Pascuet M I¹, Pasianot R C^{1,2,3}, Fernández J R^{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 de U-Mo constituyen un prototipo de combustible para las nuevas centrales nucleares, cuyos objetivos principales son aumentar el quemado (eficiencia) y contribuir a la no-proliferación. La aleación físil sufre el constante bombardeo neutrónico, producto de la descomposición del U, que desplaza los átomos de la red produciendo intersticiales y vacancias. Estos defectos, junto a los productos de fisión, modifican las características de la aleación deteriorando sus propiedades mecánicas. En el presente trabajo se utilizan técnicas computacionales clásicas (estática y dinámica molecular [1]) y cálculos de primeros principios, basados en la teoría de la funcional de la densidad [2], para caracterizar defectos puntuales en una aleación de U-10%wtMo de estructura bcc. El cálculo clásico de energías se realiza empleando potenciales de la literatura optimizados para este sistema [3,4]. Debido a que la aleación es esencialmente desordenada, las energías de formación de estos defectos varían con la naturaleza química del entorno atómico. Por esta razón, tanto la vacancia como los intersticiales se estudian para distintas distribuciones de U y Mo alrededor del defecto. En una aleación desordenada, carece de sentido asignar una naturaleza química al defecto, y este solamente debería señalarse por su tipo, vacancia o intersticial. Sin embargo, la técnica de cálculo utilizada forzosamente establece una distinción entre defectos generados a partir

de la sustracción o adición de átomos de U y Mo. El presente trabajo plantea que esto es físicamente inconsistente y que tal cuestión es poco o nada discutida en la literatura. Finalmente, se muestra que los intersticiales presentan un elevado polimorfismo y que los tiempos de residencia de la vacancia (estabilidad del defecto) crecen con el contenido de U en su entorno.

- [1] S. Plimpton, J. Comp. Phys. **117**, 1-19 (1995).
- [2] G. Kresse, J. Hafner, Phys. Rev. B 47, **558** (1993); ibid. **49**, 14251 (1994).
- [3] D. E. Smirnova, A. Y. Kuksin, S. V. Starikov, V. V. Stegailov, Z. Insepov, J. Rest, A. M. Yacout, Model. Simul. Mater. Sci. Eng. **21**, 035011 (2013).
- [4] S. V. Starikov, L. N. Kolotova, A. Y. Kuksin, D. E. Smirnova, V. I. Tseplyaev, Journal of Nuclear Materials **499**, 451-463 (2018).

Poster ID: MC-16

Caracterización de la dureza e identificación de fases presentes en restos de la producción metalúrgica del cobre

Taboada M¹ ², Pichipil Huircapan M¹ ³

¹ Universidad de Buenos Aires (UBA), Facultad de Ingeniería, Dpto. de Mecánica, Lab. de Materiales, Grupo de Arqueometalurgia (GAM), Buenos Aires, Argentina

² Universidad de Buenos Aires (UBA), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Instituto de las Culturas (IDECU), Buenos Aires, Argentina

³ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Universidad de Buenos Aires (UBA), Instituto de Tecnologías y Ciencias de la Ingeniería "Hilario Fernández Long" (INTECIN), Buenos Aires, Argentina

La mayoría de los metales, como el cobre, se encuentra en la naturaleza en forma de compuestos y presentan mezclas más o menos complejas de sulfuros, óxidos, carbonatos y silicatos. Las escorias, propiamente dichas, se obtienen como desechos en una de las primeras etapas de fundición del metal y generalmente se encuentran formadas de óxidos de cobre, óxidos de silicio, especies con hierro como la Fayalita y Magnetita, además, de presentar compuestos complejos de Calcio, Aluminio, Silicato de Cinc y Cobre-Hierro.

Morfológicamente están constituidas tanto por fases vítreas como cristalinas, cuyo porcentaje dependerá de la velocidad de enfriamiento alcanzada. Si es rápido, la estructura es mayoritariamente amorfa. En cambio, si el enfriamiento es lento será predominantemente cristalina. Así también, características como la morfología de las fases cristalinas (dendríticas o facetadas), su distribución y las características mecánicas asociadas, como la dureza, estarán relacionadas a la temperatura alcanzada, la velocidad de solidificación y la composición química de las fases presentes.

En este trabajo se estudiaron muestras de escorias recuperadas en Falda del Cerro, sitio arqueológico ubicado en la localidad de Ingenio del Arenal sobre la falda occidental de la sierra de Aconquija (Catamarca, Argentina). A partir del fechado radiocarbónico (AA-57319 1795±36 AP) y la evidencia material hallada en el sitio, se adscribe su ocupación a los primeros siglos d.C.

Se analizaron resultados obtenidos mediante el empleo de Difracción de Rayos X, Microscopía Electrónica de Barrido (SEM) y Análisis Químico Elemental por Energía Dispersiva de Rayos X (EDX). La dureza de las escorias se evaluó tomando medidas de microdureza Vickers con cargas de 0,5kg durante 15 segundos.

- [1] A. Yule and J. Dunkley, *Atomization of Melts*, Clarendon Press - Oxford (1994)
- [2] S.K. Chourasiya et al, *Materials Today: Proceedings* 44 (2021) 562-565
- [3] B. V. Ramana Reedy et al *Rev. Adv. Mater. Sci* 58 (2019) 147-158
- [4] Y. Hongchun et al, *J. Alloys and Compounds* 578 (2013) 208-214
- [5] V.C. Srivastava et al, *Materials Science and Engineering A* 304-306 (2001) 555-558

Poster ID: [MC-17]

Soldadura por difusión mediante una fase líquida transitoria de aceros inoxidables austeníticos

Di Luozzo N¹, Gimmi F¹, Fontana M¹

¹ Universidad de Buenos Aires (UBA), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Instituto de Tecnologías y Ciencias de la Ingeniería "Hilario Fernández Long" (INTECIN)

El proceso de soldadura por difusión mediante una fase líquida transitoria (transient liquid phase bonding, TLPB) se caracteriza por la utilización de una fina lámina como material de aporte - que se coloca entre las piezas a soldar - e involucra: la fusión del material de aporte y la solidificación isotérmica de la fase líquida. Las soldaduras TLPB se llevan a cabo colocando entre las piezas el material de aporte - con un punto de fusión (Ta) inferior al del metal base (Tb). El conjunto es calentado, con la aplicación de presión P, a la temperatura de proceso T_p, intermedia entre Ta y Tb ($Ta \leq T_p \leq Tb$). Durante el tiempo de permanencia del conjunto a T_p (tp), 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 la brecha líquida, 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 isotérmicamente.

Utilizando acero al carbono como metal base y cintas metálicas amorfas de base Fe y base Ni, y láminas Cu - se determinó una ventana de trabajo para las variables de proceso (P, T_p, tp) que permitieron obtener soldaduras cuya microestructura en la juntura no cuenta con la presencia de fases secundarias - en particular, in-

termetálicos, generalmente frágiles. A su vez, y en relación con las propiedades mecánicas, en ensayos de tracción la falla se produjo fuera de la juntura, mientras que en ensayos de flexión las probetas alcanzaron un ángulo de flexión de 180 °C, sin observarse defectos en la fibra exterior de las mismas.

Con todo lo anterior, se comenzó con el estudio de soldaduras TLPB de aceros inoxidables austeníticos Grado 304L como metal base, utilizando como material de aporte cintas metálicas amorfas Metglas SA1 (Fe-5Si-3B, wt. %). En esta primera etapa, se estudió la microestructura de las soldaduras, tanto de la juntura como del material base.

En relación con las variables de proceso, las Tp utilizadas fueron de 1225, 1250, 1275 y 1300 °C, mientras que las P utilizadas fueron de 3, 4, 5, 7 y 10 MPa. En todos los casos, tp fue de 11 min para permitir al B y al Si del material de aporte difundir dentro del metal base.

Tanto en el metal base como en la juntura, en todos los casos se pudo distinguir - además de la austenita - la formación de ferrita delta y de precipitados. Estos últimos pueden ser carburos - que se forman a partir del C del metal base, o boruros - a partir del B del material de aporte.

En el caso particular de la microestructura de la juntura, se pudo determinar dos casos extremos. Para una Tp de 1225 °C y P de 3 MPa se observó la mayor cantidad de precipitados, mientras que para una Tp de 1300 °C y P de 7 MPa se observa la formación de ferrita delta de forma prácticamente continua a lo largo de todo el semiespesor de la juntura.

Desde un punto de vista macroscópico, otro caso extremo detectado fue para una Tp de 1275 °C y P de 10 MPa, donde se produjo una deformación macroscópica de la juntura tal que puede dar lugar a la formación de un concentrador de tensiones. Por lo tanto, se considera que - a excepción de los casos extremos anteriormente mencionados - existe una amplia ventana de variables de proceso para las cuales, si bien no fue posible obtener una microestructura completamente austenítica, tanto en la juntura como en el metal base se obtiene como fase secundaria una solución sólida - ferrita delta - en una fracción baja, y en una fracción todavía mucho menor precipitados en forma de carburos y/o boruros.

Poster ID: [MC-18]

Caracterización de películas delgadas base Te para su aplicación en sensores quimioresistivos de gases

Ureña M A¹, Rodríguez D², Perillo P², Mercado D², Sgromo C¹, Noguera Carlos B¹, Rocca J¹, García C¹, Fontana M¹

¹ Universidad de Buenos Aires (UBA), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Instituto de Tecnologías y Ciencias de la Ingeniería "Hilario Fernández Long" (INTECIN)

² Instituto de Nanociencia y Nanotecnología (INN), Centro Atómico Constituyentes (CAC), Co-

misión Nacional de Energía Atómica (CNEA)

Los vidrios calcogenuros con base teluro han mostrado ser materiales prometedores para su aplicación como sensores quimiorresistivos de gases como NO_x , CO , SO_2 y NH_3 . Los sensores comerciales que utilizan óxidos semiconductores operan a temperaturas del orden de 350 °C, lo que implica un consumo de energía elevado. Varios estudios han mostrado que los sensores con aleaciones de calcógenos (S, Se, Te) como material sensible operan a menores temperaturas y recientemente se ha introducido un nuevo método de activación con luz UV que permite el funcionamiento a temperatura ambiente. La técnica consiste en irradiar la superficie del sensor y los huecos fotogenerados reaccionan con los iones de oxígeno adsorbidos en la superficie del material, produciendo más sitios reactivos desocupados para la adsorción del gas objetivo.

En este trabajo, se investigó la fotorrespuesta bajo iluminación UV de materiales calcogenuros en forma de película delgada de composiciones $Ge_{10}Te_{90}$, $Ge_{20}Te_{80}$ y $Ge_{30}Te_{70}$ obtenidos mediante la técnica de deposición por ablación láser (PLD). Posteriormente se estudió la respuesta de estos materiales frente a gases como NO_2 y SO_2 activados bajo iluminación UV.

La construcción del sensor se realizó mediante procedimientos de microfabricación convencionales. Se fabricó un electrodo de oro interdigitado sobre el que se depositó la película delgada de calcogenuro mediante PLD.

La fotorrespuesta de los sensores se caracterizó a temperatura ambiente iluminando con longitud de onda de 395 nm y una potencia inferior a $2mW/cm^2$. Los resultados sugieren que los materiales calcogenuros obtenidos por PLD son prometedores para aplicaciones de dispositivos optoelectrónicos y podrían ser utilizados como sensores de gases activados por iluminación UV.

Poster ID: MC-19

Propiedades superconductoras, magnéticas y de transporte eléctrico en β -FeSe irradiados con K

Mogensen G A^{3 1 2}, Franco D G^{3 1 2}, Lanoël L^{3 1 2}, Olivares C⁴, Pérez P D^{3 4}, De Biasi E^{3 5 1}, Suárez S^{4 1}, Tolley A^{3 6 1}, Baruj A^{3 7}, Nieve G^{3 1 2}

¹ Instituto Balseiro (IB), Universidad Nacional de Cuyo (UNCuyo)

² Centro Atómico Bariloche (CAB), Laboratorio de Bajas Temperaturas

³ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

⁴ Centro Atómico Bariloche (CAB), División Física Atómica, Molecular y Óptica

⁵ Centro Atómico Bariloche (CAB), Laboratorio de Resonancias Magnéticas

⁶ Centro Atómico Bariloche (CAB), División Física de Metales

⁷ Centro Atómico Bariloche (CAB), División Fisicoquímica de Materiales

El β -FeSe es un superconductor con T_c de 8 K cuyas propiedades electrónicas siguen siendo aún ampliamente estudiadas y discutidas hoy en día. Por otro lado, el superconductor $K_xFe_{2-y}Se_2$ ha sido objeto de interés durante años aunque no

se llegó a ningún consenso de cómo sintetizar un monocrystal de este material sin fases espurias y que permita un estudio experimental más apropiado.

En este trabajo se presenta una discusión sobre los resultados en el transporte eléctrico en monocrystals de β -FeSe irradiado con K^{+1} a 2 MeV. La complejidad de este sistema, debido a los daños por la irradiación, genera una riqueza en el comportamiento del transporte eléctrico a bajas temperaturas. Se identificarán las distintas contribuciones en la señal medida en curvas de resistencia eléctrica en función de la temperatura o del campo magnético, así como también curvas I-V no óhmicas. Entre otros aspectos, se discutirá el comportamiento histerético hallado en las muestras. Estas mediciones de transporte se discuten en el marco de mediciones de imágenes de TEM mostrando características de la superficie irradiada.

Por otro lado, la magnetización de las muestras no suelen tener un comportamiento convencional. Mostraremos la interacción de la señal superconductora con una ferromagnética inducida por daños de la irradiación.

Poster ID: MC-20

Supeconductividad en el semimetal topológico γ -PtBi₂

Zabala J¹, Pedrazzini P¹, Castro F J¹, Correa V F¹

¹ Instituto Balseiro (IB), Centro Atómico Bariloche (CAB), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

Los materiales topológicos se han convertido en uno de los temas de amplio estudio e importancia en la actualidad. Por otro lado, se ha observado superconductividad tanto en muestras macroscópicas como láminas delgadas. El origen y naturaleza de este estado superconductor es un tema de amplio debate. Entre los materiales topológicos podemos destacar al γ -PtBi₂, un semimetal en el que diversos experimentos y cálculos revelaron la presencia de estados superficiales topológicos. En este trabajo se sintetizaron y estudiaron cristales de PtBi₂ preparados por el método de auto flujo. La caracterización estructural se hizo mediante difracción de rayos X, confirmando la existencia de γ -PtBi₂ hexagonal con parámetros de red $a=6.157(8)$ Å y $c=6.59(1)$ Å mediante el indexado de los planos (0 0 l) y (h 0 h). Luego, mediante un decapado se obtuvieron películas de dimensiones 1x2x0.2 mm³. En experimentos de transporte eléctrico se observó una transición superconductora a una temperatura crítica de $T_c=1.1$ K y se determinó un campo crítico de $B_c(0)=1.5$ T, el más alto reportado en una muestra de γ -PtBi₂ a escala Bulk hasta el momento. El comportamiento observado es compatible con superconductividad de tipo filamentaria. La resistividad de la muestra a $T=295$ K es de $45 \mu\Omega\cdot\text{cm}$, demostrando una alta calidad en el cristal ($\text{RRR}=260$, $T=2$ K) además de una dependencia con la corriente eléctrica.

Poster ID: MC-21

Superficie de Fermi de $PtBi_2$: efecto de Haas-van Alphen

Bavaro E F¹

¹ Universidad Nacional de Cuyo (UNCuyo), Instituto Balseiro (IB), Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA)

Se estudió el efecto de Haas-van Alphen (dHvA) en un cristal de alta pureza de la fase cúbica β - $PtBi_2$, midiendo la magnetización en función del campo magnético aplicado. Mediante un análisis de Fourier (FFT), se determinaron las frecuencias de oscilación de la magnetización, correspondientes a áreas extremales de la superficie de Fermi del sistema. Se encontró un conjunto de bajas frecuencias no reportadas anteriormente. Estas se analizaron, caracterizando tanto parámetros microscópicos (masas efectivas) como efectos relacionados con procesos de scattering (temperatura de Dingle).

Se contrastaron las mediciones con cálculos realizados a partir de la Teoría de Funcional Densidad (DFT), vinculando cada frecuencia con áreas extremales calculadas. Refinando estos cálculos, se logró identificar las secciones de la superficie de Fermi correspondientes a las bajas frecuencias medidas, centradas en el punto $R = (\frac{\pi}{a}, \frac{\pi}{a}, \frac{\pi}{a})$ de la primera zona de Brillouin.

Poster ID: MC-22

Caracterización de un dispositivo memristor basado en la dinámica de paredes de dominio magnético

Castro J O¹⁴, Rosellini L A¹³⁴, Buyatti B¹⁴, Trachia M¹⁴, Mercado D², Leiva P², Di Donato A², Quintero M¹, Tortarolo M¹

¹ Instituto de Nanociencia y Nanotecnología (INN), Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), DFMC, GIyA-GAIDI, Av., General Paz 1499, (1650) San Martín, Buenos Aires, Argentina

² Instituto de Nanociencia y Nanotecnología (INN), Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), DMNT, GDTyPE-GAIDI, Av., General Paz 1499, (1650) San Martín, Buenos Aires, Argentina

³ Instituto de Tecnologías en Detección y Astropartículas (ITeDA), Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA)

⁴ Universidad de Buenos Aires (UBA), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN)

Caracterizamos el comportamiento de un dispositivo memristivo [1] de paredes de dominios magnéticos fabricado en una película multicapa de **Co-Pt** con anisotropía magnética perpendicular al plano [2]. Para ello realizamos simultáneamente experimentos de magneto-óptica y transporte electrónico con el fin de estudiar la propagación de paredes de dominios magnéticos aplicando pulsos de campo magnético de duración constante para controlar la magnetización del dis-

positivo. Diseñamos y fabricamos microbobinas electromagnéticas adecuadas para aplicar pulsos de campo magnético en la escala temporal requerida para un experimento de aprendizaje asociativo utilizando el desplazamiento de las paredes de dominios magnéticos como mecanismo de memoria.

- [1] H.-K Hwang,J.Kwon,K.-S. Lee,J.-I. Hong, C.-Y. You, Journal of App. Phys. 124,193902 (2018)
[2] O.Hellwig, G.P.Denbeaux,J.B Kortright, Eric E. Fullerton, Phys. B 336 136-144 (2003).

Poster ID: MC-23

Propiedades Termodinámicas y Electrónicas de la Intercalación de Li en ‘bulk’ de $H_2Ti_3O_7$

Juan J¹, Fernández-werner L², Bechthold P¹, Nagel O¹, Jasen P V¹, Faccio R², González E A¹

¹ Universidad Nacional del Sur (UNS), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), IFISUR

² Universidad de la República de Uruguay (UDELAR), Área Física y Centro NanoMat, DETEMA, Facultad de Química,

Se realizó un estudio de la intercalación de Li en $H_2Ti_3O_7$, junto con sus propiedades electrónicas y termodinámicas, tanto para el sistema puro y dopado en diferentes sitios. Los cálculos fueron realizados mediante el software VASP¹ y basados en la Teoría del Funcional Densidad con la metodología de Hubbard (DFT+U). En primer lugar, se calcularon los voltajes de intercalación del átomo de Li en tres diferentes sitios, encontrándose estabilidad en todos los sitios estudiados y valores de voltaje relevantes. Luego, se realizó un estudio de la estructura electrónica para el sistema puro y los sistemas intercalados, para poder ser comparados. Se encontró que las densidades de estado (DOS, por sus siglas en inglés), presentaban asimetría entre las contribuciones de spin up y spin down, presentando así un momento magnético inducido. Las DOS presentaron un corrimiento, característico de un comportamiento de semiconductor tipo n. Se realizaron estudios de transferencia de carga de Bader², encontrando una transferencia de aproximadamente 0,7 e- desde el átomo de Li al titanato. Se realizaron cálculos vibracionales y termodinámicos mediante el código libre Phonopy³. Bandas asociadas a desplazamientos de átomos de H y O se encuentran presentes en las densidades de estado fonónicas para los sistemas dopados con Li. Las propiedades termodinámicas del sistema puro e intercalado fueron calculadas. Se encontró que los sistemas dopados eran más estables. Se realizaron cálculos mediante la metodología NEB⁴ para estudiar la barreras de difusión del átomo de Li en los sistemas intercalados, encontrándose una dirección de preferencia del movimiento para el átomo de Li, con una barrera energética de 0,33 eV. Por lo tanto, en este trabajo

se encontraron resultados relevantes para la intercalación de Li en $H_2Ti_3O_7$, los cuales pueden contribuir a los futuros estudios teóricos y experimentales de material candidato para ser utilizado en el ánodo de batería de ión-Li.

Referencias

1. <https://www.vasp.at/>
2. R. Bader, Atoms in Molecules: A Quantum Theory, Oxford University Press, 1990.
3. A. Togo, I. Tanaka, First principles phonon calculations in materials science. *Scripta Materialia*, 108 (2005) 1-5.
4. G. Henkelman, H. Jónsson, A climbing image nudged elastic band method for finding saddle points and minimum energy paths, *J. Chem. Phys.* 113 (2000) 9901–9904.

Poster ID: [MC-24]

Caracterización estructural y magnética de nanopartículas de óxidos de hierro obtenidas por un método de producción masivo

Cely Orjuela I G^{1,2}, Tancredi P³, Rivas Rojas P^{4,5}, Moscoso Londoño O⁶, Socolovsky L^{1,2}

¹ Universidad Tecnológica Nacional (UTN), Facultad Regional Santa Cruz

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Centro de Investigación y Transferencia de Santa Cruz

³ Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), Micro y Nanotecnología. Nanomateriales Funcionales

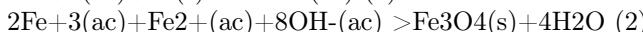
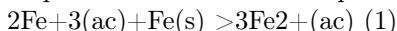
⁴ Universidad Nacional de Gral. San Martín (UNSAM), Escuela de Ciencia y Tecnología, Laboratorio de Cristalográfica Aplicada

⁵ Universidad Austral de Chile (UACH), Instituto de Materiales y Procesos Termomecánicos

⁶ Universidad Autónoma de Manizales (UAM)

Se realizó la caracterización estructural de un ferrofluido producido por un método de producción que permite obtener el material en cantidad relevante para su uso en aplicaciones tecnológicas. Este ferrofluido está conformado por nanopartículas de magnetita estabilizadas con citrato en suspensión acuosa. Las nanopartículas son sintetizadas por un método alternativo de co-precipitación, en donde la obtención de los iones Fe+2 se logra por la reacción de cloruro férreo FeCl₃ y lana de acero (ecuación 1) y los iones de Fe+3 provienen de cloruro férreo. El Fe+2 y Fe+3 se hacen reaccionar con amoníaco (ecuación 2) en presencia de H₂O. La estabilización de las nanopartículas se consigue al agregar una mezcla de ácido cítrico e hidróxido de sodio y finalmente el ferrofluido se logra al combinar

las nanopartículas en una fase dispersante acuosa.



Inicialmente se realiza una caracterización estructural por medio de difracción de rayos X (XRD), en la cual se obtuvieron difractogramas donde se observan los picos característicos de óxidos de hierro del tipo de la magnetita (Fe_3O_4) y la maghemita ($\text{gamma-Fe}_2\text{O}_3$). El tamaño medio de cristalita “Dc”, obtenido por Scherrer es $D_c=8.2+-0.1\text{nm}$. También se realizó un estudio de la magnetización de las muestras tanto en función de campo magnético como de la temperatura. Las curvas obtenidas por la técnica ZFC-FC muestra una distribución ancha de tamaños de partícula y comportamiento superparamagnético, esto último también corroborado en las medidas de magnetización vs campo magnético aplicado. Para la obtención de diferentes distribuciones de tamaño se utilizaron diversas técnicas de caracterización: Por microscopía electrónica de transmisión (TEM) se obtuvo un tamaño $D=6.0+-3.0\text{nm}$; por dispersión dinámica de luz (DLS) el radio hidrodinámico que se obtuvo fue $D_H=69.0+-8.0\text{nm}$; y por dispersión de rayos X a bajos ángulos (SAXS), realizando un ajuste mediante software IRENA el tamaño fue $D=6.0+-2.0\text{nm}$.

Los autores agradecen al CONICET, a la UTN-FRSC, así como también al Dr. Alberto Caneiro (Y-Tec).

Poster ID: MC-25

Efecto de la pre-deformación sobre el envejecimiento en aleaciones Al-Mg-Zn Y Al-Mg-Si

González Molto K¹, Noseda Grau V^{1 2 3}, Jodra S¹

¹ Instituto de Física de Materiales Tandil (IFIMAT), Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Argentina

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

³ Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Centro Atómico Bariloche, Ave E. Bustillo 9500, R8402AGP, San Carlos de Bariloche, Argentina

Las aleaciones base Aluminio, con Mg-Zn y Mg-Si como principales aleantes, forman parte de la familia de las aleaciones termoenvejecibles. En éstas, la formación de conglomerados y fases metaestables a partir de distintos tratamientos térmicos modifican, entre otros aspectos, sus propiedades mecánicas [1]. Esto es de gran interés dado que si se conoce la dependencia y la evolución de los distintos precipitados bajo diferentes condiciones, se puede optimizar la utilización de la aleación para distintos requerimientos específicos.

Se ha observado que la precipitación de las distintas fases puede depender, además de la historia térmica, de la concentración de defectos, como vacancias y dislocaciones, al momento de precipitar [2-4]. Es por esto que en este trabajo se presenta

un estudio comparativo del efecto de distintos porcentajes de pre-deformación a temperatura ambiente (TA) sobre la evolución de la microdureza Vickers (μHV) durante el envejecimiento natural (tratamiento térmico a temperatura ambiente) de dos aleaciones de aluminio: Al 6061, sistema Al-Mg-Si; Al 7075, sistema Al-Mg-Zn. Complementariamente, se comenzó a estudiar el efecto de la pre-deformación sobre la secuencia completa de precipitación, a partir del análisis de termogramas obtenidos mediante calorimetría diferencial de barrido (DSC) para los distintos porcentajes de deformación aplicados.

Las curvas de μHV indican que para cada aleación la tasa de endurecimiento por la formación de conglomerados de TA ($d(\mu\text{HV})/dt$) es similar para los distintos porcentajes de deformación y a su vez, que los valores de dureza máximos convergen a un mismo valor. En el caso de la aleación Al 6061, las muestras tanto con pre-deformación, como sin ella, alcanzan un máximo promedio de 90.95 ± 2.28 HV y en el caso de la aleación Al 7075, el máximo promedio es de 156.53 ± 2.68 HV. En ambas aleaciones el aumento de dureza durante el envejecimiento indica una menor fracción en volumen precipitada en la medida que aumenta la pre-deformación del material. Los resultados sugieren que la pre-deformación incide sobre el envejecimiento a TA de forma análoga en las dos aleaciones bajo estudio.

Los termogramas obtenidos evidencian que la pre-deformación modifica sustancialmente las transformaciones de fase que ocurren durante el calentamiento.

Los termogramas para Al 6061 indican que la pre-deformación favorece la formación de los precipitados, se observa un corrimiento hacia menores temperaturas de la señal térmica (con pre-D 18 % se adelanta 45°C). Además al aplicar pre-deformación se pierde la formación de los dos picos característicos en esta aleación y en su lugar se observa un único pico de gran tamaño. En las muestras pre-deformadas de Al 7075 la formación de conglomerados en el calentamiento se ve reducida, a la vez que se observa un incremento del calor liberado por la formación de las fases metaestables y de equilibrio (η' y η), ocurriendo este en el mismo rango de temperatura ($150^\circ\text{C} \leq T \leq 255^\circ\text{C}$) que para el material sin pre-deformación.

En general, tanto las curvas de μHV como los termogramas concuerdan en que la pre-deformación afecta la precipitación durante envejecimiento de ambos sistemas metálicos, Al-Mg-Zn y Al-Mg-Si. Suceso atribuible, en principio, a la modificación en la concentración de defectos cristalinos durante la deformación plástica.

Referencias

- [1] Robson, J.D., Engler, O., Sigli, C. et al. Metall Mater Trans A 51, 4377–4389 (2020).
<https://doi.org/10.1007/s11661-020-05908-9>
- [2] Lai YX, Fan W, Yin MJ. et al. Journal of Materials Science and Technology, Volume 41, 127-138 (2020).
<https://doi.org/10.1016/j.jmst.2019.11.001>
- [3] Zou Y., Cao L., Wu X. et al. Journal of Materials Science & Technology, Volume 146, 240-251(2023).
<https://doi.org/10.1016/j.jmst.2022.10.074>
- [4] W. Sun, Y. Zhu, R. Marceau et al. Science, Volume 363. 972–975, (2019).
<https://doi.org/10.1126/science.aav7086>

Poster ID: MC-26

Estudio de las propiedades de alta temperatura de los sistemas $(La, Sr)(Pd, Ti)O_3$ y $(Pd, Ce)O_2/(La, Sr)TiO_3$ con y sin deficiencias en el sitio A de la perovskita

Torres Y M¹, Aristizabal M E¹, Zimicz M G¹, Villarreal N¹, Prado F D¹, Sánchez M D¹

¹ Instituto de Física del Sur (IFISur), Departamento de Física, Universidad Nacional del Sur (UNS), CONICET, Av. N.L. Alem 1253, B8000CPB - Bahía Blanca, Argentina.

Los materiales tipo perovskita ABO_3 basados en titanatos de estroncio, específicamente los dopados con lantano en el sitio A, han despertado interés en aplicaciones prácticas como material de ánodo en celdas de combustible de óxido sólido (SOFC) debido a sus propiedades eléctricas en atmósferas reductoras. Dichas propiedades, se atribuyen en su mayoría, al proceso redox que sufre el titanio al pasar de Ti^{+4} a Ti^{+3} . Por otro lado, se ha mostrado que las deficiencias estequiométricas en el sitio A, generan defectos de vacancias de oxígeno promoviendo la conductividad iónica en el material. A su vez, se ha investigado ampliamente el dopaje en el sitio B con una gran variedad de metales de transición. Las propiedades conferidas por estos elementos dopantes y sus proporciones de sustitución influyen fuertemente en el control de la estructura, las propiedades redox, la conductividad y las propiedades electrocatalíticas del compuesto. No obstante, ciertos dopantes resultan no ser estables en ambientes reductores a temperaturas elevadas, exsolviéndose y formando nanoestructuras superficiales que en principio promueven el rendimiento del ánodo. Sin embargo, el control efectivo de la dispersión y sinterizado de las partículas a estas temperaturas condiciona el rendimiento electrocatalítico de estos materiales y es aún motivo de estudio [1].

Una de las ventajas de las celdas SOFC es que puede ser operada a partir de la

alimentación directa de un hidrocarburo, actuando el ánodo como catalizador en el reformado del combustible. En este sentido, *Pd* resulta ser un metal particularmente atractivo para la descomposición de CH_4 [2].

En el presente trabajo se sintetizaron por el método de PECHINI modificado, materiales de composiciones estequiométricas del tipo $La_xSr_{1-x}TiO_3$ ($x = 0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5$ y $0,6$) y de composición no-estequiométrica $La_xSr_{1-3x/2}TiO_3$ con $x = 0,4$. Estas muestras fueron caracterizadas mediante DRX, XPS, dilatometría y conductividad eléctrica. Particularmente, los resultados de conductividad eléctrica mostraron como el agregado de *La* en el material, mejora significativamente su conductividad hasta un límite de $x = 0,3$. Con el fin de estudiar los efectos de dopaje en el sitio B sobre la conductividad del material, se sustituyó *Pd* en las perovskitas $La_{0,3}Sr_{0,7}TiO_3$ y $La_{0,4}Sr_{0,4}TiO_3$ en distintas concentraciones entre el 0 y 10 % at.

En función de los resultados obtenidos de la caracterización de las muestras $La_{0,3}Sr_{0,7}TiO_3$ y $La_{0,4}Sr_{0,4}$

TiO_3 , y de estudios previos realizados por el grupo sobre la solución sólida $Ce_{1-x}Pd_xO_2$ [3], se prevé evaluar estas muestras dopadas con *Pd* para reacción de reformado de metano comparándola con los materiales compuestos de una mezcla mecánica 50:50 de $Ce_{0,97}Pd_{0,03}O_2:La_{0,3}Sr_{0,7}TiO_3$ y $Ce_{0,97}Pd_{0,03}O_2:La_{0,4}Sr_{0,4}TiO_3$.

[1] Zhou, X., Yan, N., Chuang, K. T., Luo, J. (2014). RSC Adv., 4(1), 118-131.

[2] Gigola C.E., Moreno M.S., Costilla I., Sánchez M.D. (2007). Appl. Surf. Sci., 254, 325–329.

[3] Torres Y. M., Costilla I., Piqueras M., Gigola C.E., Sánchez M.D. (2022). Libro de actas, XXII Congreso Argentino de Catálisis.

Poster ID: MC-27

Estudio estructural, óptico y de transporte eléctrico en films de nanopartículas de ZnO

Paz N L^{1 2 3}, Vega N C^{1 2 3}, Marin-ramírez O A^{1 2 3}, Comedi D M^{1 2 3}

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

² Universidad Nacional de Tucumán (UNT), Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología (FACET), Departamento de Física, Laboratorio de Física del Sólido

³ Universidad Nacional de Tucumán (UNT), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Instituto de Física del Noroeste Argentino (IFINOA)

En el escenario energético actual de crisis de hidrocarburos debido a su inminente agotamiento dentro de pocos años, así como sus cada vez más graves efectos contaminantes y de invernadero, se presenta la creciente necesidad de buscar nuevos materiales y tecnologías con el fin de desarrollar dispositivos basados en energías renovables para resolver parte de esta problemática global.

En este trabajo, se busca comprender los efectos de los parámetros nanoestructurales de films de nanopartículas (NPs) de ZnO sobre sus propiedades optoelectrónicas para su aplicación en el desarrollo de celdas solares de tercera generación. Para ello, en primer lugar, se sintetizaron ZnO en cuatro sustratos de vidrio recubierto de óxido de estaño con flúor (FTO), por un abordaje bottom-up, desde la fase líquida, mediante la técnica solvotermal. Cada sustrato se colocó en una solución con metanol como solvente y acetato de zinc y hexametilentetramina (HMTA) como precursores químicos dentro de un reactor. Se varió la concentración de ambos precursores en los rangos 0,75 M - 4,5 M, manteniendo la relación molar 1:1 entre ellos.

Las muestras fueron estudiadas por microscopía electrónica de barrido (SEM) y espectroscopía de fotoluminiscencia (PL). De las caracterizaciones de las mismas, se observó que se obtuvo arreglos de NPs aproximadamente isotrópicas en tamaño. Esto es congruente con lo reportado en la literatura cuando se usa metanol como solvente, el cual inhibe la función ya conocida del agente alcalino HMTA en producir nanopilares de ZnO alineados en sustratos [1]. Además, se observó en general un depósito uniforme de estas NPs en el sustrato formando films. Los espectros de PL, por otro lado, exhibieron una banda de emisión en el UV y otra en el visible, centrada en el amarillo, la cual es la componente principal de esta emisión y está asociada con la vacancia de oxígeno [2]. A medida que se aumenta la concentración de precursores aumenta el tamaño de las NPs, hay un desplazamiento hacia el azul (blue shift) de la banda de emisión UV y un mayor recubrimiento de la superficie del sustrato. Una excepción de este comportamiento se obtuvo en la muestra con la mayor concentración de precursores, la que no siguió las tendencias del aumento del tamaño de las NPs y del corrimiento de la banda UV hacia el azul y exhibió una morfología de islas que no llegaban a recubrir el sustrato.

Se estudiaron las propiedades eléctricas de las muestras midiendo curvas I-V en oscuridad, resistencia eléctrica en oscuridad e iluminadas con fuentes de luz visible-UV en función del tiempo, resistencia eléctrica en función de la longitud de onda y conductancia eléctrica en función de la temperatura en vacío y oscuridad. Sorprendentemente, la conductancia eléctrica aumenta muy lentamente con la temperatura de la muestra y se observan tiempos de formación y decaimiento de la fotoconductividad relativamente cortos, del orden de segundos. Este comportamiento es muy distinto del observado en films nanoestructurados de ZnO fabricados por métodos tradicionales, donde hay una fuerte dependencia de la conductividad con la temperatura y fotoconductividad persistente de decenas de horas. Los posibles motivos de esta profunda diferencia de comportamientos serán discutidos en términos de los diferentes mecanismos de transporte en función de la morfología y los tamaños de NPs.

- [1] O. Marin, V. González, M. Tirado, and D. Comedi, "Effects of methanol on morphology and photoluminescence in solvothermal grown ZnO powders and ZnO on Si," Mater. Lett., vol. 251, pp. 41–44, 2019, doi: 10.1016/j.matlet.2019.05.033.
- [2] V. González, O. Marin, M. Tirado, D. Comedi, Mater. Res. Express 5 (2018) 125003.

Poster ID: MC-28

Machine learning no supervisado para explorar fases exóticas de skyrmiones

Gómez Albaracín F A^{1,2}

¹ Instituto de Física de Líquidos y Sistemas Biológicos (IFLYSIB), CONICET - Fac. Ciencias Exactas UNLP

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

En los últimos años, las técnicas de aprendizaje automático o machine learning (ML) han sido utilizadas en variedad de disciplinas, incluyendo la física de materia condensada. En particular, diferentes técnicas de ML supervisado, como redes neuronales, han sido aplicadas para explorar y clasificar fases de skyrmiones en sistemas magnéticos. Para el ML supervisado, se requiere una preclasificación de un set de datos, mientras que para ML no supervisado no es necesario etiquetar previamente los datos. En este trabajo, utilizamos la técnica de reconstrucción del error aplicada a configuraciones obtenidas con simulaciones y procesadas y reconstruidas con dos métodos diferentes: Principal Component Analysis (PCA) y un Convolutional Autoencoder (CAE). Comparando resultados para diferentes modelos de skyrmiones, observamos que el uso del CAE permitiría distinguir entre las diferentes fases conocidas de baja temperatura en un diagrama de fases de skyrmiones, y señalar posibles regiones con fases exóticas.

Poster ID: MC-29

Investigación teórica del uso del U sobre las propiedades de la aleación FeRh

Lavizzari M¹, Cabeza G F^{1,2}

¹ Universidad Nacional del Sur (UNS)

² Instituto de Física del Sur (IFISur)

En 1938 Fallot [1] descubre que la aleación ordenada FeRh (B2- Tipo CsCl) experimenta una transición de fase magnética de primer orden de un estado antiferromagnético (AFM) a otro ferromagnético (FM). Recientemente, el estudio de las aleaciones FeRhX gana interés debido a su amplio espectro de aplicaciones tecnológicas [2].

En este trabajo investigamos el efecto del empleo del U (Coeficiente de Hub-

bard) en las estructuras electrónicas y magnéticas de la aleación FeRh mediante el uso de cálculos de primeros principios usando GGA+U y el código VASP [3]. El objetivo es encontrar la combinación adecuada de valores de la interacción de Coulomb *in situ* (U) de los electrones *Fe3d* y *Rh4d*, de forma que las propiedades físicas calculadas sean consistentes con resultados experimentales. Los valores de U se variaron desde 0 a 7 eV. Ambas fases magnéticas (FM y AFM) han sido modeladas considerando información previa obtenida por nuestro grupo [4].

En la fase FM, los átomos de Fe y Rh adquieren una magnetización local de $\sim 3\mu_B$ y $1\mu_B$ respectivamente, mientras que en la fase AFM $\sim \pm 3\mu_B$ y $0\mu_B$. Aplicando los cálculos previamente mencionados, se encuentra que los valores de U apropiados son 1 eV para *Fe3d* y 2 eV para *Rh4d*, obteniéndose momentos magnéticos que difieren 1% de los resultados experimentales [5]. Valores similares de U han sido publicados en la literatura [6].

Por otro lado, para la fase AFM se trabajó directamente con los valores de U propuestos, haciendo uso de dos configuraciones estables estudiadas con estructura cúbica y tetragonal ($c/a = 1.25$) [7]. Los resultados muestran que la transición AFM-FM produce un incremento de 0.9% del volumen cercano al valor del 1% reportado, a diferencia del 2.4% obtenido usando U = 0. En resumen, el uso del U mejora la correcta modelización de estas aleaciones.

Referencias

- [1] M. Fallot; Ann. Phys. 10, (1938) 291.
- [2] R. Y. Gu; V. P. Antropov; Phys. Rev. B 72, (2005) 012403.
- [3] G. Kresse, J. Hafner; Phys. Rev. B 47, (1993) 558-561 (R).
- [4] M. Jiménez, A. Schvval; G. Cabeza; Comp. Mat. Scie. 172 (2020) 109385
- [5] M. Wolloch et al. Phys. Rev. B 94 (2016) 174435
- [6] H. Takahashi, N. Araida; J. of the Magn. Soc. of Japan, (2016),
- [7] J. Kim, R. Ramesh, N. P. Kioussis; Phys. Rev. B (2016) 180407(R).

Poster ID: MC-30

Estudio DFT de CeO₂ como potencial sensor de especies NO, N₂ y O₂

Reimers W G¹, Luna C R¹, Nagel O¹, Juan A¹

¹ Universidad Nacional del Sur (UNS), Universidad Nacional del Sur- Dpto. Física

El objetivo de este trabajo es estudiar la superficie de CeO₂ (ceria), con o sin defectos, como potencial sensor de especies NO, N₂ y O₂ [1]. Se consideraron defectos de distintas dimensionalidad, como puntuales (cargados o neutros) y lineales tipo “escalón” [2]. Las vacancias de oxígeno, se ubicaron en el plano (111) de CeO₂ por su mayor estabilidad, mientras que para los defectos lineales se utilizó el corte (331).

Se utilizó la teoría del funcional de la densidad (DFT) implementada por el código VASP para examinar las propiedades fisicoquímicas [3]. Se encontró que los defectos modifican algunas de estas propiedades. Estos disminuyen el gap energético (E_g), siendo más notable en los defectos puntuales. Además, las vacancias de oxígeno aumentan el momento magnético (μ). Por otra parte, se registró un incremento importante en la función trabajo (WF) en CeO_2 (111) con vacancia positiva de oxígeno (VO^{2+}) sobre todo para la especie NO; mientras que se observaron comportamientos contrarios para la vacancia neutra (VO^0) de oxígeno y los defectos tipo “escalón”.

Los defectos favorecen la adsorción de las especies NO, N_2 y O_2 . Se estableció una jerarquía en las superficies según los valores de energía de adsorción y la especie adsorbida, siendo para el NO: VO^{2+} , VO^0 , CeO_2 (331), CeO_2 (111); y para el N_2 y O_2 se obtuvieron resultados similares. Además, se vio que la adsorción de estas especies produce una reducción en E_g y un aumento considerable en los momentos magnéticos. Sin embargo, se determinó que los cambios en WF dependen tanto de la especie adsorbida como de la superficie.

En conclusión, los resultados de este estudio resaltan la capacidad de las superficies de CeO_2 (ceria) para el sensado de las especies NO, N_2 y O_2 . Las propiedades fisicoquímicas analizadas pueden ser moduladas según la especie adsorbida y el tipo de defecto existente en la superficie..

[1] J. Phys. Chem. C 2012, 116, 2443–2452

[2] Defects at Oxide Surfaces ,Chapter 2, ISBN: 978-3-319-14367-5.

[3] <https://www.vasp.at>

Poster ID: MC-31

Estudio de la exfoliación de TiSe_2 bidimensional dopado con Cu

Molina G¹, Rosa I³, Otero M¹, Santo M¹, Morales G²

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

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

³ Institute of Advance Materials (INAM), Universitat Jaume I, Castello, España

Los materiales con espesores que van desde unos pocos nanómetros hasta una sola capa atómica presentan oportunidades sin precedentes para investigar propiedades de la materia restringida al plano bidimensional. Uno de los materiales bidimensionales más estudiados son los llamados dicalcogenuros de metales de transición (TMD) los cuales tienen un grosor de tan solo 3 átomos. Entre estos materiales se destaca el diseleniuro de titanio (TiSe_2) y sus derivados, ya que exhiben una variedad de propiedades físicas interesantes que no pueden comprenderse

en base al conocimiento teórico actual lo cual provoca dificultad o un retraso en su aplicación. Jurelo et al. [1] estudiaron mediante cálculos de DFT el efecto de la intercalación de cobre (Cu) en las propiedades estructurales, vibratorias y electrónicas del TiSe₂, observando que el mismo tiene propiedades equivalentes a la de un superconductor de alta temperatura. En general, la síntesis del TiSe₂ bidimensional se realiza mediante deposición química en fase de vapor (CVD), exfoliación mecánica o exfoliación en fase líquida. Para sortear la complejidad y costo de estos procesos Rosa et al. [2] desarrollaron un método novedoso que consiste en sintetizar y aislar láminas 2D únicas a partir de cristales 3D de Cu_xTiSe₂, mediante un proceso de exfoliación solvotérmico utilizando hidracina (N₂H₄) como solvente. Se observó que la N₂H₄ facilita la exfoliación conservando la estructura del Cu_xTiSe₂.

En busca de comprender cómo la N₂H₄ influye en la exfoliación del TiSe₂, se realizaron simulaciones DFT sobre sistemas de TiSe₂, Cu_xTiSe₂ y su interacción con N₂H₄. Los cálculos fueron realizados con el paquete de programas Quantum Espresso utilizando los funcionales de Perdew–Burke–Ernzerho (PBE) dentro de la aproximación de gradiente conjugado (GGA) y con Pseudopotenciales PAW. Además de analizar las propiedades eléctricas y estructurales a nivel atómico, se realizaron cálculos de NEB (Nudged Elastic Band) para estudiar la energía de activación para la difusión del Cu adsorbido en TiSe₂. Nuestros resultados, consistentes con los reportados previamente [1], revelan una interacción favorable entre los átomos de N de N₂H₄ y los átomos de Se en TiSe₂. Además observamos que la intercalación de N₂H₄ aumenta la separación entre las láminas de TiSe₂, lo cual disminuye la interacción de Van der Waals entre ellas y facilita el proceso de exfoliación en el material 3D. Estos efectos se ven potenciados por la presencia de cobre en la estructura de Cu_xTiSe₂, dado que la N₂H₄ también interactúa favorablemente con los átomos de Cu. Los cálculos de NEB proporcionan información crucial sobre la dinámica y movilidad de los átomos de Cu en el material, lo que contribuye a una comprensión más profunda de los mecanismos de transporte y difusión del dopado.

REFERENCIAS

1 - Jurelo A., Pontes Ribeiro R., de Lazaro S., Monteiro J. *Phys.Chem.Chem.Phys.*, 20, (2018) 27011.

2 - Alvaro J Rosa, Caracterización de materiales bidimensionales mediante microscopías por barrido de punta. Trabajo especial de licenciatura en física, UNRC (2021).

Poster ID: MC-32

Cálculos DFT para el estudio del estado fundamental estructural y magnético de las cromitas XCr₂O₄

(X=Zn, Cd, Hg)

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), CONICET, CCT La Plata CONICET, CP 1900 La Plata, Argentina.

² Universidad Nacional de La Plata (UNLP), Departamento de Física, Fac. de Ciencias Exactas, CP 1900 La Plata, Argentina.

³ Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires (UNNOBA), Monteagudo 2772, Pergamino CP 2700, Bs. As., Argentina.

En este trabajo estudiamos desde el punto de vista teórico-computacional, mediante la Teoría de la Funcional Densidad (DFT) las propiedades magnéticas y estructurales de cromitas ACr_2O_4 , donde A=Zn, Cd, Hg. Estos compuestos presentan una amplia variedad de comportamientos magnéticos[1] y además presentan interés desde el punto de vista aplicado como materiales con potencial aplicación en espintrónica y dispositivos magneto-ópticos [2-3]. En el estudio se consideraron las estructuras normal e invertida, además de diferentes configuraciones magnéticas, como ferromagnética y distintas antiferromagnéticas, con la finalidad de encontrar el estado fundamental estructural y magnético. Para todos los cálculos, el término de intercambio-correlación ha sido descrito por funcionales tipo GGA-PBE(4) y GGA+U . Todos los resultados son contrastados con valores experimentales reportados en la literatura.

[1] A. N. Yaresko. Electronic band structure and exchange coupling constants in ACr_2O_4 . (A=Zn, Cd, Hg; X=O, S, Se) spinels. 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] J.P. Perdew , K.Burke, M. Ernzerhof , Physical Review Letters,77 (1996), 3865

Poster ID: MC-33

Estudio comparativo de diferentes métodos para determinar el band gap óptico de semiconductores a partir de espectros de absorción obtenidos empleando DFT

Schinca Vanini S^{1 2}, Cabeza G F^{1 2}

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

² Instituto de Física del Sur (IFISur)

El ancho de banda prohibida es un aspecto clave en las celdas solares, la fotoluminiscencia, los láseres y los diodos. Una determinación precisa de la energía

de la banda prohibida (E_g) es crucial para predecir sus propiedades fotofísicas y fotoquímicas. El método tradicional para determinar E_g es el método de Tauc [1] o similares [2] que se basa en la relación entre la absorción óptica medida con un espectrofotómetro y la energía de los fotones incidentes en un material. Segundo este método, en la región de banda prohibida, el gráfico de la raíz cuadrada de la absorción óptica frente a la energía debe ser lineal y al extraer la línea de regresión lineal hasta el eje de la energía, se puede determinar de manera indirecta el valor del gap de energía. La aplicación del método Tauc a los materiales cristalinos se basa en un concepto erróneo, y los métodos tradicionales de extrapolación lineal son inapropiados para su uso en semiconductores degenerados o modificados, donde no se puede ignorar la ocupación de los estados de energía de la banda de conducción. Todas estas modificaciones pueden introducir estados intermedios que se reflejan en el espectro de absorción como una cola de Urbach, es decir, una banda de absorción adicional. En tales casos, una aplicación directa de Tauc da como resultado una estimación inexacta de E_g . Por otro lado, este método requiere el conocimiento del tipo de transición directa o indirecta. Recientemente métodos basados en la derivada (DASF) [3] y en la derivada logarítmica inversa [4] para determinar E_g son más directos. En este trabajo, a partir del espectro de absorción obtenido mediante cálculos ab initio empleando DFT + U [5], calculamos E_g utilizando el método de Tauc y el de la derivada, ya que este nuevo enfoque permite no sólo obtener E_g sino también la naturaleza de la transición evitando cualquier suposición sobre el tipo de transición óptica. Los sistemas bulk elegidos son semiconductores estudiados previamente por nuestro grupo: titania (TiO_2) en sus fases anatasa y rutilo y circonia (ZrO_2) en sus fases monoclinica, tetragonal y cúbica. Los resultados obtenidos muestran que con el método de la derivada de Tauc, los valores de E_g para las tres estructuras de circonia son menores a los reportados experimentalmente a diferencia de los de la titania que dan levemente superiores a los publicados en la literatura. Por otro lado, los coeficientes obtenidos concuerdan con el tipo de transición reportada. Para completar el estudio se comparan los anchos de banda prohibida ópticos con los electrónicos.

REFERENCIAS

- [1] J. Tauc, R. Grigorovici, A. Vancu, Phys. Status Solidi 15 (2) (1966) 627–637.
- [2] G.D. Cody, B.G. Brooks and B. Abeles, Solar Energy Materials 8 (1982) 231-240
- [3] D. Souri · Z. Esmaeili Tahan, Appl. Phys. B 119 (2015) 273-279
- [4] Ł. Jarosińska, J. Pawlaka, S.K.J. Al-Ani, Optical Materials 88 (2019) 667–673
- [5] Dudarev, et. al. Phys. Rev. B, 57(3) (1998).

Poster ID: MC-34

Agua sobreenfriada, de hidratación y nanoconfinada: Nuevos principios de interés en contextos de relevancia práctica

Verde A R¹, Loubet N A¹, Alarcón L M¹, Appignanesi G A¹

¹ Instituto de Química del Sur (INQUISur)

En este trabajo apuntamos a comprender los principios fundamentales subyacentes a la estructuración y dinámica del agua líquida y a explorar su aplicación en sistemas de interés en ciencia de materiales y biofísica. Esperamos que este conocimiento ayude a comprender el comportamiento anómalo del agua desde una perspectiva molecular, presentando un sinnúmero de anomalías termodinámicas y dinámicas que se vuelven más conspicuas al sobreenfriar, con la existencia de un segundo punto crítico líquido-líquido y la posibilidad de una descripción de ‘dos estados’ o ‘two-liquids scenario’. Estas anomalías, por su parte, la tornan irreemplazable en diversos contextos, como ser en biología. Dado que dicho comportamiento anómalo deviene principalmente de su peculiar estructuración en una red de puentes de hidrógeno y de los defectos estructurales de la misma, resultará de gran relevancia el estudio de un nuevo parámetro estructural que hemos desarrollado recientemente [1], el cual, dada su naturaleza energética y el hecho de recurrir a minimizaciones de energía potencial, permite la correcta caracterización de dichos defectos, corrigiendo los errores en que incurrían los indicadores previos. En base al mismo, construiremos un índice de estructura local que permite por primera vez determinar apropiadamente y sin ambigüedades a los dos estados líquidos que conforman el ‘two-liquids’ scenario. Dado que el comportamiento anómalo del agua (incluyendo reminiscencias vítreas) resulta determinante en diversos contextos que van desde la hidratación y la función biológica de biomoléculas hasta el autoensamble de materiales en ambientes acuosos nanoconfinados, generalizaremos también al índice de estructura para aplicarlo en dichos campos, principalmente grafeno y nanotubos de carbono, monocapas autoensambladas y proteínas. En estos contextos ya hemos determinado en el pasado la relevancia de la estructura y dinámica de la red local de puentes de hidrógeno del agua y, en el caso de las proteínas, de la competencia por los puentes de hidrógeno del backbone y su consiguiente propensión dinámica. Esperamos así seguir aportando al entendimiento de los mismos y a contribuir elementos de diseño racional.

(1) JM Montes de Oca, F Sciortino and GA Appignanesi, J. Chem. Phys. 152, 244503 (2020)

Poster ID: MC-35

Estudio de la respuesta I-V en celdas de memoria de $Sb_{70}Te_{30}$

Rocca J¹, Golmar F^{2 3}, Ureña M A¹, Fontana M¹

¹ Universidad de Buenos Aires (UBA), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Instituto de Tecnologías y Ciencias de la Ingeniería "Hilario Fernández Long" (INTECIN)

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

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

Los vidrios calcogenuros dentro del grupo de los materiales de cambio de fase (phase change materials) que, mediante estímulos eléctricos, pueden ciclar entre dos estados estructurales amorfo y cristalino bien diferenciados en su conductividad, son promisorios en su aplicación a memorias electrónicas no volátiles. Suponiendo que los mecanismos de cambio de fase dependen de la energía por unidad de volumen que se entrega al material sensible, es deseable construir celdas en escala micrométrica, considerando también que eventualmente podrían integrarse en procesos de fabricación microelectrónica.

En trabajos previos, observamos la disminución abrupta de la resistencia de películas delgadas de composición $Sb_{70}Te_{30}$ depositadas por ablación láser, al medirla mientras la muestra se somete a calentamientos a bajas velocidades. A partir de resultados de calorimetría diferencial de barrido y de difracción de rayos X sobre muestras obtenidas por igual método, asociamos el cambio en la resistividad con el proceso de cristalización.

En este trabajo, construimos dispositivos micrométricos de superficie rectangular con $Sb_{70}Te_{30}$ como material sensible, depositado sobre electrodos coplanares con separación L (2-16 μm) y ancho W (2-64 μm). Medimos la respuesta en tensión de los dispositivos cuando son excitados por barridos de corriente creciente y, entre barridos consecutivos, medimos la resistencia remanente. En las curvas I-V, identificamos una transformación desde el estado original a uno de menor resistencia, atribuible a la cristalización. Para estimar la conductividad del material en esta transformación y tener en cuenta los efectos de borde debidos a la geometría de los dispositivos, los mismos fueron simulados por el Método de los Elementos Finitos. En estas simulaciones, para cada geometría se varió el valor de la conductividad eléctrica hasta ajustar los valores de tensión y corriente con los datos experimentales.

Poster ID: [MC-36]

Tolerancia a la deformación y anclaje de vórtices en películas delgadas superconductoras de nitruro de molibdeno amorfo crecidas sobre sustratos flexibles

Castellini Grand P¹, Lee Y², Yun J², Kim J², Sirena M^{1 3 4}, Haberkorn N^{1 3 4}

¹ Instituto Balseiro (IB), Universidad Nacional de Cuyo and Comisión Nacional de Energía Atómica, Av. Bustillo 9500, 8400 San Carlos de Bariloche

² Department of Physics, Pohang University of Science and Technology, Pohang, 37673, South Korea

³ Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Centro Atómico Bariloche, Av. Bustillo 9500, 8400 San Carlos de Bariloche

⁴ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Centro Atómico Bariloche, Av. Bustillo 9500, 8400 San Carlos de Bariloche

Estudiamos las propiedades superconductoras de películas de 80 nm de grosor de MoN_x amorfos, fabricadas a través de *sputtering* reactivo sobre sustratos de silicio y sustratos flexibles de poliimida. Las muestras fueron crecidas a temperatura ambiente en una atmósfera reactiva de N_2 y Ar. La tolerancia a la deformación mecánica de las películas sobre poliimida es evaluada comparando las temperaturas críticas (T_c) y densidades de corriente crítica (J_c) obtenidas al adherir las muestras a superficies de cobre con distintas curvaturas. Las muestras exhiben una T_c de 8.2 K y 7.9 K sobre silicio y poliimida, respectivamente. Nuestros resultados demuestran una mejora significativa en el anclaje de vórtices para las películas delgadas crecidas en poliimida, con J_c aumentando de aproximadamente 0,5 $\frac{MA}{cm^2}$ a alrededor de 1 $\frac{MA}{cm^2}$, a 3 K y campo propio. El análisis de J_c en función de la intensidad del campo magnético, el ángulo y la temperatura revelan que las películas sobre poliimida exhiben una notable resiliencia a la deformación. Curiosamente, se observan valores de J_c comparables cuando las muestras se fijan a superficies tanto planas como cilíndricas con diámetros de 2,5 cm. Esta observación sugiere que la disipación por movimiento de vórtices ocurre predominantemente a través del movimiento del flujo en la región que experimenta la máxima Fuerza de Lorentz. Además, las películas mantienen su T_c sin cambios perceptibles en la resistividad cuando se fijan a superficies cilíndricas de 1,2 cm de diámetro. Sin embargo, hay una caída significativa en el anclaje de vórtices, lo que indica una capacidad de anclaje reducida en las regiones deformadas. La excepcional tolerancia a la deformación del MoN_x amorfos lo hace muy adecuado para aplicaciones en electrónica criogénica, proporcionando una alternativa viable al Nb metálico de uso común.

Poster ID: MC-37

Films delgados de ZnO y ZnO dopado con Aluminio (AZO): fabricación y caracterización óptica y eléctrica para su uso en dispositivos optoelectrónicos

Donaire Pereyra F Y¹, Juárez A¹, Comedi D² ¹, Vega N C² ¹

¹ Universidad Nacional de Tucumán (UNT), FACET

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

La creciente demanda en el suministro de energía ha acelerado el agotamiento de combustible fósil. Se proyecta que las reservas de estos combustibles durarán

entre 40 años para el petróleo, 60 años para el gas natural y 200 años para el carbón. Esta situación ha estimulado el avance de las tecnologías de energía renovable, llevando a que, por ejemplo, la Unión Europea establezca un objetivo para el 2030 de que al menos el 27 % del consumo de energía final provenga de una energía renovable. La búsqueda de nuevas tecnologías de conversión de la energía solar en energía eléctrica, en forma eficiente e innovadora, con bajos costos económicos y ambientalmente amigables, hace que en la actualidad se estén explorando nuevos materiales con propiedades optoelectrónicas apropiadas a tal fin. El ZnO es un gran candidato a ser utilizado en diferentes dispositivos optoelectrónicos, en especial en celdas solares, ya que es menos tóxico que muchos otros semiconductores del grupo II-VI y es relativamente fácil de sintetizar en grandes cantidades con técnicas de bajo costo. Su banda prohibida directa es de 3,37 eV, presenta una alta energía excitónica, y además tiene una movilidad de portadores y un coeficiente de difusión de electrones mayores que en el TiO₂, por ejemplo, presentando también una gran estabilidad ambiental. El ZnO puede fabricarse fácilmente en una amplia variedad de morfologías (varias de ellas desarrolladas en nuestro grupo NanoProject). El ZnO, gracias a su versatilidad, puede implementarse en estas celdas solares adoptando diferentes morfologías: usando nanopartículas (NPs), nanohilos o films muy delgados. En este trabajo presentamos la fabricación de films delgados de NPs de ZnO y AZO mediante el uso de la técnica de Dr. Blade. Para esto, se empleó FTO/vidrio como sustrato transparente y conductor. Esta técnica de recubrimiento funciona colocando una cuchilla afilada a una distancia fija de la superficie que se necesita cubrir. Luego, la solución de recubrimiento se coloca frente a la hoja y la hoja se mueve en línea con la superficie, creando una película húmeda. La distancia cuchilla-FTO se dio a partir del grosor de una cinta adhesiva (40 micrones aproximadamente) colocada en los extremos del sustrato. El recubrimiento se realizó colocando una gota de solución de NPs de ZnO de 10 microlitros delante de la cuchilla y sobre el FTO, para luego esparcirla mediante el movimiento continuo de la cuchilla. Esto se realiza sobre una placa calentadora a 50°C. De igual manera se realizó con una solución de AZO. Las soluciones de NPs empleadas son comerciales (con tamaño de entre 5 y 10 nm). Las muestras obtenidas fueron estudiadas a partir de imágenes SEM, difracción de rayos X, fotoluminiscencia, transmitancia y absorbancia. Contactos eléctricos de Au fueron realizados sobre la muestra por la técnica de sputtering y a partir de medidas eléctricas en oscuro y bajo iluminación, se pudo concluir sobre la fotoconductividad de estos materiales, que junto a su nivel de transparencia (90 % aproximadamente) y emisión del UV, permite contemplar la aplicación de los mismos en dispositivos emisores de luz UV como en celdas solares transparentes.

Caracterización de Electrodos de ZnO/FTO crecidos a partir de PLD, para su aplicación en celdas solares híbridas. Diego A. Barraza, Ana S. Pérez Albert, Nadia C. Vega, Germán Bridoux, Manuel Villafuerte, David Comedi.

Barraza D A¹, Pérez Albert A S¹, Vega N C^{2 1 3}, Bridoux G^{2 1 3}, Villafuerte M^{2 1 3}, Comedi D^{2 1 3}

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

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

³ Instituto de Física del Noroeste Argentino (IFINOA)

Un gran desafío de la ciencia de las nano y microestructuras de semiconductores continúa siendo el comprender y controlar efectivamente sus propiedades ópticas y electrónicas. El rol determinante que cumplen las superficies de estos sistemas, y los obstáculos en el control de sus propiedades llevan a que en la actualidad su estudio y desarrollo sea imperioso. Además, se suma la necesidad de buscar nuevos materiales capaces de reemplazar a los actualmente usados en la conversión energética, como es el caso de la energía solar a energía eléctrica. Es así como el empleo de films delgados de semiconductores como el ZnO, en la fabricación de dispositivos electrónicos, optoelectrónicos y fotónicos, está cobrando cada vez más importancia. En este trabajo se presenta el crecimiento de un film de ZnO, sobre un sustrato transparente y conductor de FTO/vidrio, a partir de la técnica de ablación láser, PLD (por su nombre en inglés pulsed láser deposition) y sus posteriores caracterizaciones morfológicas y ópticas, para su posible aplicación como electrodo de celdas solares de tercera generación. Las condiciones de crecimiento fueron: Temperatura de 400°C con una presión de oxígeno de 0.05mTorr. Se empleó un láser de Nd:YAG operado de una longitud de onda 266nm, a una taza de repetición de 10Hz con una densidad de energía de 2,1J/cm², siendo la tasa de crecimiento de 0.018nm/s. La muestra fue caracterizada morfológicamente a partir de imágenes SEM, donde se observa una muy buena uniformidad en el recubrimiento del sustrato. A partir de mediciones ópticas se determinó una transmitancia mayor al 90 %, y a partir de mediciones de absorbancia se obtuvo información sobre la energía del gap de este tipo de muestra, a partir del empleo del modelo de Tauc haciendo ajuste lineal en una zona de la curva. La muestra además fue caracterizada a partir de medición de espectros de fotoluminiscencia, mostrando un espectro característico del ZnO (bandas de emisión en zona UV y en visible). Finalmente, se complementó el estudio de este electrodo mediante la reflectancia especular del mismo. De los resultados obtenidos, se puede deducir que estos films de ZnO, ultradelgados, fabricados a partir de esta técnica de crecimiento, pueden ser empleados como electrodos en dispositivos optoelectrónicos

como lo son las celdas solares híbridas, (en donde estarán en contacto con otros materiales orgánicos/inorgánicos) debido a su: gran transparencia en el rango de luz visible, a la uniformidad del film y a su gap de absorción en la zona del UV. La primera característica permite que la mayor cantidad de luz proveniente del sol llega al interior de la celda y sea posteriormente absorbida por el resto de los materiales donde se generan los fotoelectrones (capa activa, CA, de la celda). Finalmente, la absorción en el UV de este semiconductor, asegura que la luz UV no llegará a la CA, y solo llegará la parte visible, lo cual es bueno ya que la radiación UV genera descomposición en varios de los materiales orgánicos que se puedan llegar a usar como CA.

Poster ID: [MC-39]

Estudio teórico de la deshidrogenación de alcohol bencílico sobre paladio

Meier L A¹, Castellani N J¹

¹ Instituto de Física del Sur (IFISur)

Las reacciones catalíticas en la participa una molécula con dos o más grupos funcionales es compleja por la variedad de configuraciones de enlace que puede adoptar al reaccionar sobre la superficie de los metales de transición. Estas configuraciones afectan los subsecuentes pasos de un mecanismo de reacción. En particular, el alcohol bencílico posee un grupo fenilo y un hidroxilo y su adsorción sobre metales ocurriría a través de electrones de tipo pi o pares libres. Este compuesto es ampliamente utilizado en la síntesis orgánica, ya sea como material de partida o como grupo protector. La oxidación selectiva del alcohol bencílico a benzaldehído es una de las reacciones más estudiadas debido a las potenciales aplicaciones del benzaldehído como intermediario en la producción de compuestos relacionados con la química fina y la perfumería. El principal objetivo es lograr una alta selectividad a benzaldehído. En este sentido, el diseño de catalizadores requiere de un conocimiento detallado sobre el origen y el mecanismo de formación de subproductos. En un reactor típico, además del benzaldehído, también se pueden formar tolueno, ácido benzoico y benzoato de bencílico, reduciendo la selectividad del mismo. Entre los subproductos detectados, está el tolueno, que se puede producir por la hidrogenólisis que convierte el alcohol bencílico a tolueno a través de un éter heteroaromático, en condiciones no severas. En el presente trabajo se presenta un estudio teórico preliminar de la adsorción del alcohol bencílico y los posibles productos de la deshidrogenación del alcohol sobre catalizadores de Pd(111). Los cálculos correspondientes se realizaron en el marco de la Teoría del Funcional de la Densidad (DFT) considerando modelos periódicos.

Poster ID: [MC-40]

Impurezas magnéticas en sistemas de baja dimen-

sión

Villarreal J¹, Ardenghi J S¹

¹ Universidad Nacional del Sur (UNS), IFISUR

En este trabajo se muestran los resultados obtenidos al aplicar métodos teóricos al comportamiento magnético de metales de transición adsorbidos sobre sistemas de baja dimensión, como grafeno o siliceno con el fin de determinar la formación de momentos magnéticos locales y su posible manipulación por medio de campos eléctricos externos, con potenciales aplicaciones a procesos de interés tecnológico en nanoelectrónica, espintrónica y baterías. Se estudió una monocapa de siliceno en la que se encuentra adsorbida una impureza magnética en un sitio top o en un sitio hollow, en interacción con un campo eléctrico externo aplicado de manera perpendicular al material. Trabajando en el formalismo de la segunda cuantización, se aplicó el modelo de tight binding (enlace fuerte) a una monocapa de siliceno prístino y se consideró el acoplamiento espín-órbita, de particular relevancia en siliceno (3.9 meV) en comparación con grafeno (10-3 meV). También se tuvo en cuenta la repulsión electrostática de los electrones en la impureza a través de un parámetro de Hubbard y se utilizó la aproximación de campo medio. Se buscó calcular la magnetización como una diferencia entre los números de ocupación de cada espín en la impureza, para lo cual se determinó la densidad de estados en la impureza mediante el cálculo de la función de Green a partir del Hamiltoniano total del sistema. Se encontraron ecuaciones autoconsistentes para los números de ocupación, que se resolvieron numéricamente con el software Mathematica. Los resultados encontrados permitieron describir las fases magnéticas y los bordes donde ocurre la transición en función del parámetro de Hubbard, el nivel de Fermi y la energía de hibridización. A su vez, se demostró que la aplicación de un campo eléctrico uniforme y constante perpendicular al plano de siliceno permite deformar los contornos de fase magnética-no magnética, logrando que el momento magnético local sea más robusto ante alteraciones en los demás parámetros.

[1] J. Villarreal, F. Escudero, J. S. Ardenghi y P. Jasen, Journal of Magnetism and Magnetic Materials 524 (2021) 167598.

[2] J. Villarreal, F. Escudero, J. S. Ardenghi y P. Jasen, Superlattices and Microstructures 130 (2019) 285-296.

Poster ID: MC-41

Crecimiento de Películas Delgadas de ZnO Mediante Técnica CVD, a Baja Temperatura y Presión Atmosférica

Victoria L M A¹, Vega Caro M A¹, Aragón Rodriguez A P¹, Vega N C^{1,2}, Straube B¹

¹ Universidad Nacional de Tucumán (UNT), FACET

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

El ZnO (óxido de zinc), uno de los semiconductores compuestos II-VI más interesantes, ha atraído considerable atención debido a sus excepcionales propiedades físicas, eléctricas y ópticas que le dan a este material un gran desempeño en dispositivos electrónicos, ópticos y fotónicos. Es por ello que en la actualidad existe una gran demanda en el desarrollo de nuevas técnicas de crecimiento para obtener un mejor diseño y performance, y que a la vez su fabricación sea sustentable, con bajo impacto ambiental, y con un bajo costo de producción. En este trabajo, informamos la fabricación de películas de ZnO a partir de una nueva y simple técnica de deposición de vapor, CVD (chemical vapour deposition), a baja temperatura y presión atmosférica, donde solo se emplea como precursores al acetato de zinc y vapor de agua. En esta propuesta, tanto la fuente de polvo como el sustrato se encuentran a temperatura de trabajo que no superan los 300°C. Estas características hacen de este nuevo procedimiento presente ventajas debido a la importante reducción de costos y consumo energético para su desarrollo frente a otras técnicas existentes. Los films ZnO fueron crecidos sobre sustratos de FTO/vidrio (conductores y transparentes) resultando en muestras quasi-transparentes, de alta pureza, orientadas en la dirección C (estructura wurzita) y con fotoemisión en el UV. Se analizaron las propiedades ópticas y optoelectrónicas de las muestras a través de microscopía electrónica de barrido (SEM), difracción de rayos X (XRD), absorción, transmitancia, reflexión, emisión de fotoluminiscencia (PL) y mediciones de conductividad en función de energía de iluminación, indicando el excelente comportamiento de estas películas de ZnO para ser empleadas como electrodos celdas solares híbridas, debido a su alta transmittancia y gran uniformidad en el recubrimiento del sustrato.

Poster ID: MC-42

Síntesis de cristales de MoS₂ mediante el método de deposición química de vapor: dependencia con los parámetros de fabricación

Borrazás C¹, Aversa M^{1,2}, Gutierrez L¹, Bragas A^{1,2}, Grinblat G^{1,2}

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

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

Los diacalcogenuros de metales de transición (TMDC) conforman una familia de cristales que poseen planos atómicos con interacción débil, lo que posibilita la formación de estructuras de pocas o hasta una única capa [1]. Debido a sus propiedades ópticas, electrónicas y mecánicas, actualmente son objeto de estu-

dio para la fabricación de dispositivos optoelectrónicos ultra-delgados, entre otras aplicaciones. Una de las técnicas utilizadas para su fabricación es la deposición química de vapor (CVD) [2], la cual permite obtener de forma controlada cristales monocapa y bicapa de cientos de micrones o hasta milímetros de lado.

En este trabajo se explora la síntesis de muestras de MoS₂, uno de los TMDC más estudiados, a través de la técnica de CVD utilizando Ar como gas de transporte. Para la síntesis se utilizaron polvos precursores de MoO₃ y S, que tienen puntos de fusión de ~800 °C y ~200 °C, respectivamente. Estos se ubicaron dentro de un tubo de cuarzo atravesando un horno tubular, junto con un sustrato de vidrio. Se presentan resultados parciales de cristales obtenidos variando diferentes parámetros del sistema de fabricación, como lo son el flujo de Ar, la distancia entre precursores, la temperatura y el tiempo de deposición.

Referencias:

- [1] Manzeli, S., Ovchinnikov, D., Pasquier, D., Yazyev, O. V., & Kis, A. (2017). 2D transition metal dichalcogenides. *Nature Reviews Materials*, 2(8), 17033. <https://doi.org/10.1038/natrevmats.2017.33>
- [2] Zhang, Y., Yao, Y., Sendeku, M. G., Yin, L., Zhan, X., Wang, F., Wang, Z., & He, J. (2019). Recent Progress in CVD Growth of 2D Transition Metal Dichalcogenides and Related Heterostructures. *Advanced Materials*, 31(41), 1901694. <https://doi.org/10.1002/adma.201901694>

Poster ID: MC-43

Control de las Propiedades Ópticas de Nanohíbridos (metal- grafeno) empleados como Sensores Colorimétricos

Ventre J¹, Muñetón Arboleda D², Barriosnuevo S D¹, Bellino M G³, Ibañez F J¹

¹ Instituto de Investigaciones Fisicoquímicas Teóricas y Aplicadas (INIFTA), Universidad Nacional de La Plata, CONICET, Sucursal 4 Casilla de Correo 16 (1900), La Plata, Argentina

² Centro de Investigaciones Ópticas (CIOP), (CONICET-CIC-UNLP), Camino Centenario y 506, Gonnet, 1897, La Plata, Argentina.

³ Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Av. Del Libertador 8250, Nuñez [1429], CABA, Argentina

Los puntos cuánticos de grafeno (conocidos como graphene quantum dots, GQDs) presentan propiedades optoelectrónicas de mucho interés en diversos campos de aplicación, especialmente en el sensado de diferentes analitos como iones metálicos y moléculas de interés. Esta es debido a la presencia de grupos funcionales alrededor de los GQDs que pueden ser modificados de manera relativamente

sencilla durante su síntesis. Es posible realizar síntesis químicas novedosas para aumentar la selectividad del sensor. Por ejemplo, estos GQDs actúan como agentes reductores y estabilizantes en la síntesis de nanohíbridos metal-grafeno (NHs) al combinarlos con sales de metales nobles en síntesis ascendentes. Las distintas componentes en estos nanomateriales actúan sinérgicamente exaltando sus características ópticas principales resultantes de la fluorescencia (GQDs) y la resonancia plasmónica (NPs metálicas) expandiendo, de esta manera, las posibles aplicaciones y permitiendo la construcción de sensores colorimétricos. En el presente trabajo se mostrará cómo se construyen NHs de tipo core-shell y se modificarán diferentes parámetros de la síntesis, como tiempo, temperatura y relación entre concentraciones de las sales metálicas y GQDs con el fin de manipular las propiedades ópticas de absorción y fluorescencia de las estructuras obtenidas. También se propone modificar los grupos funcionales de los GQDs, pensando en la futura aplicación para la detección óptica/colorimétrica de ciertos analitos como iones metálicos de Fe o moléculas como H_2O_2 y glucosa. Se determinarán las condiciones óptimas de fluorescencia y absorbancia que permitan aumentar la selectividad y sensibilidad en la detección de iones/moléculas de interés ambiental y biológico.

Poster ID: MC-44

Análisis teórico-experimental de las Interacciones en el Plano y entre Capas en el mecanismo de Intercalación de AlF₃ en Grafito.

Rodríguez S J^{1,5}, Candia A E^{5,6}, Stankovic I², Passeggi(h) M C G^{3,5}, Ruano G⁴

¹ Universidad Nacional del Litoral (UNL), Santa Fe, Argentina

² Scientific Computing Laboratory, Center for the Study of Complex Systems, Institute of Physics Belgrade, University of Belgrade,

³ Universidad Nacional del Litoral (UNL), Facultad de Ingeniería Química, Santa Fe, Argentina

⁴ Centro Atómico Bariloche (CAB)

⁵ Instituto de Física del Litoral (IFIS), Laboratorio de Superficies e Interfaces

⁶ Laboratorio de Nanofísica, Centro de Física de Materiales (CFM), Donostia, San Sebastián. Laboratorio de Microscopias Avanzadas

Los electrolitos desempeñan un papel fundamental en el funcionamiento de las baterías, al facilitar el proceso de inserción/extracción de carga de los iones en los electrodos de las baterías recargables [1,2]. Recientemente, el fluoruro de aluminio (AlF₃) ha sido empleado como electrolito en baterías recargables de aluminio con electrodos de grafito, debido a su capacidad para mejorar la reversibilidad de los procesos de carga y descarga en estas baterías [3,4,5]. Sin embargo, hasta la fecha, se desconoce el mecanismo de intercalación de esta molécula neutra en el grafito. En este trabajo, se presentan los resultados experimentales obtenidos mediante microscopía túnel de barrido (STM) en condiciones de ultra alto vacío

(UHV), combinados con cálculos teóricos basados en la teoría del funcional de la densidad (DFT) y simulaciones de dinámica molecular (MD) a gran escala, para revelar el mecanismo subyacente de intercalación de AlF₃ en grafito pirolítico altamente orientado (HOPG). Nuestros hallazgos destacan la formación de clústeres de moléculas de AlF₃ entre las capas de HOPG y su autoensamblaje mediante interacciones mediadas por la deformación de las capas de grafeno. Además, proporcionamos una explicación del origen y la distribución de las ampollas superficiales presentes en el material. Estos resultados podrían brindar una mayor comprensión de la relación entre la movilidad, la agrupación de moléculas y la expansión de las capas del material del ánodo, lo que permitirá mejorar el diseño y desarrollo de baterías más eficientes. Referencias [1] Li, Y.; Lu, Y.; Adelhelm, P.; Titirici, M.-M.; Hu, Y.-S. Intercalation chemistry of graphite: alkali metal ions and beyond. Chem. Soc. Rev. 2019, 48, 4655–4687. [2] Li, L.; Liu, L.; Hu, Z.; Lu, Y.; Liu, Q.; Jin, S.; Zhang, Q.; Zhao, S.; Chou, S.-L. Understanding High-Rate K⁺-Solvent Co-Intercalation in Natural Graphite for Potassium Ion Batteries. Angewandte Chemie International Edition 2020, 59, 12917–12924. [3] Wang, S.; Jiao, S.; Tian, D.; Chen, H.; Jiao, H.; Tu, J.; Liu, Y.; Fang, D. A Novel Ultra-fast Rechargeable Multi-Ions Battery. Adv. Mater. 2017, 29, 1606349. [4] Zhang, M.; Song, X.; Ou, X.; Tang, Y. Rechargeable batteries based on anion intercalation graphite cathodes. Energy Storage Materials 2019, 16, 65–84 [5] Candia, A. E.; Rodríguez, S. J.; Albanesi, E.; Bernardi, G.; Fregenal, G., D. Zampieri; Passeggi Jr., M. C. G.; Ruano, G. Aluminum fluoride intercalation in graphite for rechargeable batteries design. Carbon 2022, 186, 724–736.

Poster ID: MC-45

Determinación de la anisotropía resistiva en monocristales Ba(Fe_{1-x}Co_x)₂As₂: Del orden nemático al superconductor

Benegas Aquino F¹, Quispe Rojas L E¹, Pasquini G^{1,2}, Marziali Bermúdez M^{1,2}

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

² Instituto de Física de Buenos Aires (IFIBA), UBA - CONICET

La superconductividad juega un papel crucial en el impulso de nuevos avances tecnológicos, abarcando desde dispositivos de distribución de energía más eficientes hasta sistemas de transporte de alta velocidad. Sin embargo, se sabe poco sobre su origen en la gran mayoría de los materiales que la exhiben, conocidos como superconductores no convencionales. Muchos de estos presentan distintos órdenes en cuanto a su arreglo atómico y propiedades se refiere. Un ejemplo particular lo forman las familias de superconductores basados en Fe, entre las que se encuentran los monocristales de Ba(Fe_{1-x}Co_x)₂As₂ lo cuales evidencian una

inter-relación entre el orden nemático, es decir, la ruptura de la simetría en las propiedades electrónicas, con el orden superconductor [1,2,3]. El orden nemático es cuantificable experimentalmente mediante técnicas de medición de transporte eléctrico, que establecen el vínculo con la anisotropía resistiva del material.

Este trabajo tuvo como objetivo el desarrollo de un nuevo método de medición a seis contactos, el cual permite determinar la anisotropía resistiva en el plano ab de monocristales delgados con dimensiones aproximadas de $1 \times 0,7 \text{ mm}^2$. Su viabilidad y eficacia se contrastaron mediante simulaciones numéricas cuyos resultados revelaron que la separación óptima entre los contactos se encontraba en el rango del ancho de la muestra y era independiente del largo. Existen, a su vez, dos principales fuentes de error en la determinación de la anisotropía: la experimental, que se estimó en $\pm 0,035$, y la debida a la posición de los contactos, que se determinó en $\pm 0,028$. Ambas son similares en orden de magnitud, lo que impide despreciar una en comparación con la otra en el cálculo final.

Por otro lado, el proceso de fabricación experimental de los contactos involucró dos pasos. En primer lugar, la deposición de una capa fina de oro utilizando la técnica de sputtering. Por este motivo se diseñó y fabricó máscaras del tamaño de la muestra mediante dos métodos distintos: punción con bisturí o punta de titanio sobre el papel aluminio, y litografía láser sobre polímero fotosensible. Debido a su maleabilidad, precisión de tamaños y repetibilidad en la fabricación se eligió esta última como la técnica a usar en la elaboración de máscaras. El segundo proceso implica la fijación de cables micrométricos utilizando pinturas conductoras y la posterior medición de la anisotropía en la muestra. En este trabajo se presentan los resultados preliminares obtenidos.

- [1] S. A. Kivelson, E. Fradkin, and V. J. Emery, *Nature (London)* 393, 550 (1998).
- [2] Schmidt, J., Bekeris, V., Lozano, G. S., Bortulé, M. V., Marziale Bermúdez, M., Hicks, C. W., Canfield, P. C., Fradkin, E., & Pasquini, G. . Nematicity in the superconducting mixed state of strain detwinned underdoped $Ba(Fe_{1-x}Co_x)_2As_2$. *Phys. Rev. B*, 102, (2019).
- [3] R. S. Severino, P. D. Mininni, E. Fradkin, V. Bekeris, G. Pasquini, and G. S. Lozano, Vortices in a Ginzburg-Landau theory of superconductors with nematic order. *Phys. Rev. B*. 106, 094512 (2022).

Poster ID: MC-46

Separación de fases magnéticas en el estado fundamental del EuPdSn₂

Sereni J¹

¹ Centro Atómico Bariloche (CAB), Centro Atómico Bariloche Av. Bustillo Km. 9,5, San Carlos de Bariloche [8400], Río Negro, Argentin

La separación de fases es un fenómeno que se ha abordado desde hace algunas décadas. Aunque tiene sustentación teórica, los ejemplos experimentales son escasos y en la mayoría están relacionados con la variación de concentración de alguno de los componentes del compuesto que permite sintonizar las condiciones para que un par de fases magnéticas puedan competir en energía, pero a costa de introducir desorden atómico. El EuPdSn₂ aparece como el primer caso donde un compuesto intermetálico estequiométrico presenta esas condiciones en forma natural, sin presencia de desorden atómico [Martinelli et al. J. Mater. Chem. C, 11 (2023) 7641]. Se presentarán los resultados de mediciones térmicas, magnéticas, de Mössbauer y difracción de neutrones que prueban la separación de fases, además de un análisis termodinámico sobre el posible origen de la formación de una fase antiferromagnética sobre una ferromagnética y una propuesta de diagrama de fases magnéticas.

Poster ID: MC-47

Efectos de tamaño finito en la hiperuniformidad de la materia de vórtices superconductores

Besana R M¹, Puig J R², Kolton A B², Fasano Y²

¹ Instituto Balseiro (IB), Universidad Nacional de Cuyo (UNCuyo)

² Centro Atómico Bariloche (CAB), Instituto Balseiro (IB), Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Universidad Nacional de Cuyo (UNCuyo)

Los sistemas hiperuniformes son paradigmáticos dado que comparten similitudes con los cristales y los líquidos. Se destacan porque las fluctuaciones de densidad se acercan a cero para distancias muy grandes, como si tuvieran un “orden oculto”. Esto implica que su factor de estructura $S(q)$ tiende a cero para vectores de onda q bajos y, en general, éste decrecimiento es del tipo algebraico. Numerosos sistemas son hiperuniformes tal como la materia de vórtices superconductores. Sin embargo, cálculos teóricos de su estructura predicen que para muestras suficientemente delgadas la hiperuniformidad podría deprimirse. En este trabajo, se evalúa esta posibilidad en una muestra superconductora de Bi2212 en la fase de red de vórtices. Mediante la técnica de decoración magnética, se obtuvo información de la estructura de vórtices nucleada en la superficie para diferentes espesores d . Los resultados acerca de su comportamiento asintótico sugieren que decrece más lento para los espesores más delgados accedidos ($0,5 \mu\text{m} \approx 2\lambda$). Para tener otro nivel de descripción del problema, se realizaron simulaciones de dinámica molecular. En las mismas se simula un proceso de enfriamiento seguido de uno de equilibración para imitar el protocolo experimental. Dichos procesos deben ser muy lentos para que la configuración final reproduzca el desorden observado en las decoraciones. Por otra parte, para alcanzar q suficientemente bajos, se debe simular un número grande de vórtices. Estas necesidades implican un alto costo computacional por lo

que también se estudiaron formas de paralelización del cálculo de fuerzas usando placas gráficas.

Poster ID: MC-48

Estudio DFT de la adsorción de H₂ en nano-clústeres de Mg soportados en SWCNT(8,0) con y sin vacancias

Gaztañaga F¹, Juan J¹, Nagel O¹, Luna R¹, Jasen P¹

¹ Universidad Nacional del Sur (UNS), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), IFISUR

Existe actualmente un interés creciente en el uso de tecnologías basadas en hidrógeno como vector energético. Uno de los sistemas más utilizados son los hidruros máscicos de magnesio (MgH₂). En este trabajo se estudió la adsorción de H₂ sobre clústeres de Mg en vacío y soportados sobre CNT prístino y con vacancias. Los cálculos se realizaron utilizando teoría del funcional de la densidad como se implementa en el código VASP¹. Se consideraron cálculos de espín polarizados con un potencial de intercambio y correlación PBE-GGA^{2,3}, junto con un conjunto de base de onda plana implementando el proyector de base aumentada (PAW)⁴. Se usó una celda de Monkhorst-Pack⁵ de 1x9x1 y una energía de corte de 650 eV. Para las interacciones de Van der Waals se consideró el método DFT-D2 de Grimme⁶. Los clústeres aislados contenían de 1 a 6 átomos de magnesio y como defecto en el CNT se consideró una vacancia. Se determinaron las configuraciones geométricas más estable para los clústeres de Mg aislados. A continuación, se los depositó sobre el CNT prístino encontrando que los sistemas más estables eran aquellos con 4, 5 y 6 átomos. Se seleccionó el Mg₆ dada su mayor estabilidad para adsorberlo sobre el CNT con vacancia, obteniendo una energía de adsorción de -5,72 eV. La molécula de hidrógeno resulta adsorbida sobre el Mg₆ soportado con una energía de -1,41 eV, donde el enlace molecular H-H prácticamente no se ve afectado y la distancia al Mg-H más cercana es de 2,56 Å. Los gráficos de DOS muestran una estabilización de los estados del hidrógeno sin disociación y una asimetría en las contribuciones ‘up’ y ‘down’ consistente con la aparición de un momento magnético inducido de 1,4 μ B. Como conclusión se requieren clústeres conformados por 6 o más átomos de Mg para minimizar la distorsión en su estructura al ser adsorbidos.

Referencias

1. <https://www.vasp.at/>
2. J. P. Perdew, K. Burke, M. Ernzerhof, Generalized gradient approximation made simple, Phys. Rev. Lett. 77(18) (1996) 3865-3868
3. J. P. Perdew, K. Burke, M. Ernzerhof, Erratum: generalized gradient approxi-

- mation made simple, Phys. Rev. Lett. 78(7) (1997) 1396-1396
4. G. Kresse, D. Joubert, From ultrasoft pseudopotentials to the projector augmented wave method, Phys. Rev. B 59 (1999) 1758-1775
5. H.J. Monkhorst, J.D. Pack, Special points for brillouin-zone integrations, Phys. Rev. B 13(12) (1976) 5188-5192
6. S. Grimme, Semiempirical GGA-type density functional constructed with a long-range dispersion correction, J. Comput. Chem. 27(15) (2006) 1787-1799

Poster ID: MC-49

Diseño, desarrollo e implementación de un portamuestras para medidas de espectroscopía de impedancia a temperatura ambiente

Curcio S F¹, Junciel L D^{1,2}, Echeverría G A^{1,2}

¹ Instituto de Física de La Plata (IFLP), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

² Universidad Nacional de La Plata (UNLP), Facultad de Ingeniería (FI)

Las técnicas de espectroscopía de impedancia resultan de gran utilidad en la caracterización de las propiedades eléctricas de materiales de interés en ciencia básica y aplicada en diversos campos, como la electroquímica, ciencia de materiales, metalurgia, electrónica, etc. En el Instituto de Física de La Plata contamos con un FRA (Frequency Response Analyzer) Solartron SI-1260 con Interfase dieléctrica Solartron 1296. Actualmente existe una preocupación compartida por varios grupos de investigación del IFLP (principalmente en el área de materia condensada y física de materiales) en la obtención de resultados de impedancia en función de la frecuencia confiables y reproducibles. Sin embargo, cuando se realizó la compra del equipo, por razones presupuestarias, no pudo adquirirse el portamuestras comercial para temperatura ambiente Solartron 12962A. Este portamuestras fue diseñado para realizar medidas de impedancia con precisión en materiales sólidos. Cuando el material a estudiar es un polvo cristalino es necesario fabricar un comprimido y depositar materiales conductores (Au, Ag, etc.) en ambas caras para optimizar el contacto eléctrico con el portamuestras. El portamuestras consiste en dos electrodos paralelos, uno de los cuales está en una posición fija mientras que el otro puede desplazarse, por medio de un tornillo micrométrico digital, para establecer el contacto con la muestra a estudiar [1][2]. Este montaje presenta el inconveniente de que la deposición de los materiales conductores en las caras de la pastilla puede alterar la respuesta eléctrica del sistema, especialmente en aquellos materiales porosos como las hidroxiapatitas puras y dopadas con distintos metales, de interés para nuestro laboratorio. Por lo que en este trabajo se propone el diseño, desarrollo e implementación de un portamuestras para materiales en polvo que permita realizar medidas precisas y exactas comparables al portamuestras

Solartron 12962A. La principal ventaja de este nuevo diseño consiste en que no es necesario un comprimido dado que el material en polvo se carga directamente en el portamuestras y se comprime con electrodos roscados. La no utilización de depósitos conductores evita posibles contaminaciones en la muestra. Finalmente, el costo de fabricación del nuevo portamuestras es varios órdenes de magnitud inferior al comercial.

Referencias:

- [1] Impedance Spectroscopy; Theory, Experiment, and Applications, 2nd ed. , E. Barsoukov, J.R. Macdonald, eds., Wiley Interscience Publications, 2005.
- [2] Identification of Electrochemical Processes by Frequency Response Analysis, C. Gabrielle, Solartron Instrumentation Group 1980.

Poster ID: MC-50

Análisis mediante impedancia compleja de películas delgadas base Te

Rocca J¹, Rodríguez D², Ureña M A¹, Sgromo C¹, Noguera Carlos B¹, Perillo P², Mercado D², García C¹, Fontana M¹

¹ Universidad de Buenos Aires (UBA), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Instituto de Tecnologías y Ciencias de la Ingeniería "Hilario Fernández Long" (INTECIN)

² Instituto de Nanociencia y Nanotecnología (INN), Centro Atómico Constituyentes (CAC), Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA)

Las películas delgadas de vidrios calcogenuros han sido identificadas como materiales prometedores en diversas aplicaciones tecnológicas. En particular, los sistemas compuestos por teluro como calcógeno, con comportamiento semiconducto, han mostrado propiedades que les permiten ser aplicados en sensores de gases y memorias de cambio de fase. Para su aplicación a sensores de gases, se requiere determinar la variación de la conductividad eléctrica en función de la concentración de los gases que se desean detectar. En el caso de las memorias de cambio de fase, la propiedad relevante es el cambio de la conductividad eléctrica que acompaña a un cambio estructural. En consecuencia, una buena caracterización eléctrica del material sensible en que se base un potencial dispositivo electrónico es vital en cualesquiera de dichas aplicaciones.

En trabajos previos hemos caracterizado la conductividad en función de la temperatura y la respuesta I-V a partir del estímulo con barridos de tensión o corriente, para algunas composiciones de los sistemas Ge-Te y Sb-Te. En este trabajo, se fabricaron muestras de películas delgadas de dichos sistemas por la técnica de deposición por ablación láser (*Pulsed Laser Deposition*, PLD). Sobre las mismas se realizaron mediciones de impedancia compleja usando un analizador de impedancia (Solartron 1260) en el rango de frecuencias de 1 Hz a 1 MHz. Los resultados

obtenidos se analizaron con el diagrama de Nyquist de impedancia compleja y se ajustaron a los modelos de circuito equivalente que explican el comportamiento eléctrico de películas de las composiciones estudiadas en ambos sistemas, Ge-Te y Sb-Te.

Poster ID: MC-51

Explorando los Efectos de Compresión y Defectos en las Propiedades Magnéticas mediante Simulaciones de Spin-Lattice Dynamics

Dos Santos G¹, Romá F², Urbassek H³, Bringa E⁴ ¹

¹ Facultad de Ingeniería - Universidad de Mendoza - CONICET

² INFAP -Depto. de Física – Universidad Nacional de San Luis - CONICET

³ Physics Department and Research Center OPTIMAS, University Kaiserslautern, Erwin-Schrodinger-Straße, D-67663 Kaiserslautern, Ger

⁴ Centro de Nanotecnología Aplicada, Facultad de Ciencias, Universidad Mayor, Santiago, 8580745, Chile

En esta presentación, exploramos distintas propiedades magnéticas de materiales mediante la técnica de simulación Spin-Lattice Dynamics (SLD) que acopla los grados de libertad magnéticos y de la red a temperaturas finitas combinando Dinámica Molecular (Molecular Dynamics, MD) y Dinámica de Spin (Spin Dynamics, SD). En una primera parte se presenta el estudio del efecto de la compresión en las propiedades magnéticas. Este estudio se enfoca en el caso especial de Fe bcc, incluyendo Fe monocrystalino, policristalino y una nano-espuma bicontinua. Durante la fase elástica de la compresión, se observa un aumento en la magnetización debido a un mayor número promedio de primeros vecinos junto a una mayor interacción de intercambio. Por el contrario, en la fase plástica de la compresión, la magnetización disminuye debido a la formación de defectos, lo que aumenta el desorden y típicamente reduce el número de coordinación promedio de los átomos. Estos efectos se manifiestan de manera más significativa en las muestras monocrystalinicas que en policristales, debido a que la presencia de defectos preexistentes, principalmente bordes de grano, contrarresta el aumento de la magnetización durante la fase elástica de la compresión. Los cambios en la magnetización debidos a la deformación son más notorios a temperaturas cercanas a la temperatura de Curie que a temperatura ambiente. Además de la compresión, también presentaremos estudios sobre ciclos de histéresis de nanopartículas con defectos. Abordaremos cómo estos defectos influyen en las propiedades magnéticas y en la respuesta de las nanopartículas a campos magnéticos, proporcionando una descripción detallada de defectos como maclas y grupos de defectos puntuales. Estos hallazgos pueden resultar valiosos para el diseño y control de la magnetización bajo tensión y para proporcionar información clave en el desarrollo de materiales magnéticos con aplicaciones innovadoras en la nanotecnología y la electrónica.

Poster ID: MC-52

Estudio DFT sobre la adsorción de H_2O en $Cr_2O_3(0001)$

Hernández Guiance S N², Irurzun I M¹, Coria I D²

¹ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Centro de Simulación Computacional (CSC) para Aplicaciones Tecnológicas

² Universidad del Centro Educativo Latinoamericano, UCEL.

La interacción del agua (H_2O) con diferentes superficies es primordial en el estudio de numerosos fenómenos en Química y Física. En catálisis, es fundamental comprender la interacción del H_2O con las superficies de óxidos metálicos, ya que las propiedades catalíticas de la superficie limpia pueden cambiar después de la adsorción. La presencia de H_2O entre otros adsorbatos podría retrasar su adsorción o incluso inhibirla si el H_2O compite con los adsorbatos por los sitios de adsorción. Sin embargo, la concomitancia de H_2O y otras moléculas puede ser necesaria para producir diferentes productos químicos, como hidrógeno, en el proceso de reformado de hidrocarburos con vapor de agua. En este trabajo presentamos estudios basados en la Teoría de la Funcional Densidad (DFT) con correcciones (DFT+U) e interacciones de Van der Waals de adsorción de H_2O sobre $Cr_2O_3(0001)$. Sobre esta superficie, el H_2O se adsorbe tanto en forma molecular como disociada, dando lugar a la formación de especies OH que puede promover la dehidrogenación de metano.

Poster ID: MC-53

Estudio DFT sobre la adsorción de H_2O en $Ni - CeO_2(100)$

Hernández Guiance S N², Irurzun I M¹, Coria I D²

¹ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Centro de Simulación Computacional (CSC) para Aplicaciones Tecnológicas

² Universidad del Centro Educativo Latinoamericano, UCEL.

El H_2 es un candidato a erigirse como el combustible limpio del futuro dado que desde el punto de vista energético posee una gran densidad de energía de 143 MJ/kg que es tres veces más grande que combustibles basados en hidrocarburos y es muy abundante. No siendo una fuente de energía primaria, la utilización de H_2 impulsa vigorosamente investigaciones para optimizar y/o desarrollar sus métodos de producción, los cuales involucran reacciones catalíticas heterogéneas. En este contexto, el presente trabajo se centra en estudiar la producción catalítica de H_2 sobre un nuevo catalizador de compuesto por nanopartículas de Ni sobre dióxido de cerio (CeO_2), a partir de la deshidrogenación del metano (CH_4) y la interacción con partículas co-adsorbidas como son el H_2O , el CO_2 , el SO_2 y el O_2 . Se utiliza Teoría de la Funcional Densidad (DFT) con correcciones para

caracterizar estructuralmente y optimizar distintas geometrías del catalizador. Se presentan resultados de adsorción de H_2O .

Poster ID: MC-54

Estudio DFT de la adsorción de Li sobre GDY prístico

Jiménez M J¹, Juan J¹, Bechthold P¹, Nagel O², González E A¹

¹ Universidad Nacional del Sur (UNS), Instituto de Física del Sur (IFISur), CONICET, Departamento de Física; Av. L. Alem 1253, B8000CPB - Bahía Blanca, Argentina

² Universidad Nacional del Sur (UNS), Departamento de Física; Av. Alem 1253, B8000CPB - Bahía Blanca, Argentina

Las serias consecuencias del calentamiento global impulsan al desarrollo y la búsqueda mundial de fuentes de energía sostenibles que reduzcan la dependencia de combustibles fósiles y la emisión de gases de efecto invernadero. En conjunto al constante desarrollo de dispositivos electrónicos, se requieren circuitos cada vez más pequeños y para almacenar la energía proveniente de fuentes de energías renovables intermitentes o no, se demandan capacidades significativas de almacenamiento. Por esto, es necesario proveer energía para el correcto funcionamiento de estos dispositivos. El estudio y el desarrollo tecnológico de materiales electrónicos portables convierten a las baterías de ión litio (LIB) en esenciales por su alta densidad de energía comparada con otras baterías recargables, y son las que mejor se adaptan a estas dos características [1]. Los materiales con baja dimensionalidad, en particular, los materiales 2D son ampliamente estudiados teórica y experimentalmente por sus potenciales aplicaciones en catálisis, espintrónica, fotónica y almacenamiento de energía, entre otras aplicaciones. Los basados en C son constantemente estudiados por sus tres clases de estados hibridizados sp₃, sp₂ and sp que pueden dar lugar a numerosos alótropos en la naturaleza por sus potenciales aplicaciones tecnológicas, lo que constituye un desafío en el campo de la ciencia de los materiales [2,3].

Graphdiyne (GDY) es un alótropo del C perteneciente a la familia de los grafenos. El modelo estructural se propuso en 1997 [4] y está compuesto por átomos de C hibridizados con enlaces sp₂-sp por enlaces conjugados [5]. El primero en sintetizar GDY fue Li et al. con una reacción de acoplamiento cruzado en la superficie del cobre en 2010 [3].

En este trabajo, estudiamos el efecto del dopaje de átomos de Li en las propiedades electrónicas y estructurales de GDY basados en la Teoría del Funcional de la Densidad (DFT) mediante el código VASP [6-8].

La celda unidad de GDY se modeló con una supercelda conteniendo 18 átomos de C con condiciones periódicas de contorno para simular el plano GDY. Primero, se estudia la adsorción de un átomo de Li sobre el plano GDY. Los sitios de adsorción son: en el centro de los hexágonos y en el centro de los poros triangulares.

Luego uno a uno se suman en las esquinas de los poros para formar un triángulo y posteriormente un tetraedro. Estas configuraciones se nominan Li-01 a 10.

Los resultados estructurales y energéticos indican que, de todas las estructuras optimizadas indican que el sitio de adsorción más favorable es en la esquina de un poro triangular, cercano a los hexagonos: la estructura Li-03. Esta estructura presenta mejores valores de energías de adsorción y estabilización estructural. Los átomos de Li ocupan los estados disponibles al nivel de Fermi, dentro del band gap de GDY.

Para valores de cubrimiento superiores al 30 %, se compromete la estabilidad estructural de GDY para la adsorción, indicando bajas energías de adsorción y valores desfavorables de energías por átomo.

1. E. Stura, C. Nicolini, *Anal. Chim. Acta*. 568 (2006) 57–64.
2. H. Bao, L. Wang, C. Li, J. Luo, *ACS Appl. Mater. Interfaces*. 11 (2019) 2717–2729.
3. G. Li, Y. Li, H. Liu, Y. Guo, Y. Li, D. Zhu, *Chem. Commun.* 46 (2010) 3256–3258.
4. M.M. Haley, S.C. Brand, J.J. Pak, *Angew. Chemie (International Ed. English)* 36 (1997) 836–838.
5. H. Zhang, Y. Xia, H. Bu, X. Wang, M. Zhang, Y. Luo, M. Zhao, *J. Appl. Phys.* 113 (2013) 1–5.
6. G. Kresse, J. Hafner, Ab initio molecular dynamics for liquid metals, *Phys. Rev. B*. 47 (1993) 558–561.
7. G. Kresse, J. Hafner, *Phys. Rev. B*. 48 (1993) 13115–13118.
8. G. Kresse, J. Furthmüller, J. Hafner, *Phys. Rev. B*. 49 (1994) 14251–14269.

Poster ID: MC-55

Propiedades Mecánicas de Nanocables de Zr

Crespo E A^{1 2}, González J M³, Orozco M A^{1 4}, Riveaud L⁴

¹ Universidad Tecnológica Nacional (UTN), Facultad Regional del Neuquén (FRN)

² Universidad Nacional del Comahue (UNComa), Facultad de Ingeniería (FI), Dpto. de Física

³ Universidad Nacional de La Plata (UNLP), CONICET CIC Instituto Argentino de Radioastronomía

⁴ Universidad Nacional del Comahue (UNComa), CONICET Instituto de Investigación en Tecnologías y Ciencias de la Ingeniería IITCI

Los NCs de Zr resultan de gran interés en aplicaciones nanotecnológicas como por ejemplo en sensores, circuitos, medicina, etc. Se trata de estructuras delgadas de Zr que pueden considerarse quasi-unidimensionales puesto que dos de sus dimensiones resultan nanométricas. Los NCs de Zr presentan ordenamiento cristalino (hcp) y una alta relación superficie/volumen dando lugar a propiedades físicas y químicas inusuales. En vista a su manipulación resulta de interés conocer sus

propiedades. En este trabajo estudiamos las propiedades mecánicas de NCs de Zr. Para ello realizamos simulaciones de dinámica molecular (DM), utilizando el software LAMMPS y potenciales del tipo de átomo embebido (EAM), para realizar ensayos de tensión-deformación a 200, 300, y 400K, en NCs de Zr monocristalino de 2 a 6 nm de diámetro y para dos orientaciones cristalinas axiales. La longitud de los NCs es aproximadamente 4 veces el diámetro. Se determinan módulos de Young y puntos de fluencia. Para distintas etapas de deformación de las curvas de tensión-deformación, se identifica la evolución de los defectos presentes, tales como dislocaciones, fallas de apilamiento y maclas.

Poster ID: MC-56

Fermiones de Majorana en Materia Condensada

Suleiman T F¹, Camjayi A^{2,3}

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

² Universidad de Buenos Aires (UBA), Ciclo Básico Común

³ Universidad de Buenos Aires (UBA), Instituto de Física de Buenos Aires (IFIBA)

En los sistemas topológicos, un nuevo tipo de estados ligados aparecen en defectos topológicos como vórtices, fronteras o paredes de dominio. Estos estados se dan precisamente a energía cero y exhiben un carácter de electrón y hueco con exactamente la misma probabilidad. En este sentido, son la realización en materia condensada de los fermiones de Majorana, también conocidos como MZM (Majorana Zero Modes). Muchos de los efectos observables compatibles con la existencia de MZM han sido medidos y los mismos son consistentes con las predicciones. Sin embargo aún quedan interrogantes abiertos, en particular relativos a predicciones teóricas que muestran que los mismos efectos pueden ser producidos por estados de Andreev no-topológicos (ABS).

En este trabajo se compara la robustez de los distintos criterios ya existentes para distinguir MZM de ABS, aplicándolos a distintos sistemas de nanocables tales como la cadena de Kitaev o cables cuánticos (efecto Rashba más superconductividad), entre otros.

Poster ID: MC-57

Difusión asistida por vacancias: cómo los átomos de Cu, Mg, Zn y Ag desafían las barreras energéticas y migran en una matriz de aluminio.

Thomas G E¹, Quiroga M¹, Macchi C¹, Somoza A¹

¹ Instituto de Física de Materiales Tandil (IFIMAT), 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), Comisión de Investigaciones Científicas (CIC), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

Las reacciones de precipitación en una aleación, esto es, la formación de estructuras o precipitados de una nueva fase en el interior de una fase matriz, constituyen un ejemplo de transformación que requiere de la difusión de las distintas especies atómicas que constituyen dicha aleación. Específicamente, en las aleaciones base aluminio mediante la aplicación de tratamientos térmicos de envejecimiento adecuados es posible formar nanoestructuras que contribuyen a mejorar las propiedades mecánicas de las aleaciones. Existen diferentes familias de aleaciones de aluminio termoendurecibles, las cuales son utilizadas en una amplia variedad de aplicaciones. Cada familia se basa en elementos aleantes principales específicos agregados al aluminio, los cuales tienen una influencia significativa en las propiedades del material. Dependiendo de los requisitos tecnológicos, la adición de elementos aleantes minoritarios puede mejorar propiedades específicas de las aleaciones termoendurecibles. El Cu y el Zn son dos de los aleantes principales que presentan el mayor interés comercial mientras que el Mg y la Ag son dos de los elementos más usados como aleantes secundarios ya que no solo pueden llevar a un mayor endurecimiento, sino también a mayores resistencias a corrosión y tiempos mayores de sobrevejecimiento. Para lograr una mejor comprensión del proceso de envejecimiento, existen modelos de escala nanoscópica (como las simulaciones Monte Carlo Cinético y Dinámica Molecular) que buscan estudiar las propiedades de transporte y aglomeración de soluto, pero dichos modelos necesitan de una batería completa energías de activación (experimental o computacional) que no siempre está disponible en la literatura. En este trabajo se presentan resultados de un estudio sistemático de las barreras de activación para el proceso de migración asistido por vacancias de átomos de diferentes especies químicas. Específicamente, este estudio se centra en una matriz de aluminio con estructura cúbica centrada en las caras (fcc) y se consideran los principales elementos aleantes (Cu, Mg, Zn y/o Ag). Además, el estudio explora procesos de difusión en los cuales se varía el entorno químico del sitio donde ocurre la transición entre la configuración atómica inicial y final dentro del marco del proceso de difusión. Para este fin se hace uso de cálculos de la Teoría de la Densidad Funcional (DFT) y el método Nudged Elastic Band (NEB), comparando los efectos de cada elemento sobre los demás y viceversa. Se consideraron configuraciones simples que involucran un solo átomo de soluto y configuraciones más complejas tales como pares de elementos de misma o diferentes especies químicas. Entre los resultados más notables se destaca que: todos los átomos individuales de elementos aleantes tienen barreras de salto más bajas que la del aluminio. En todos la formación del complejo vacancia-soluto es favorable, salvo para el magnesio que muestra una interacción repulsiva con la vacancia. Salvo para el caso del zinc, en general la formación de complejos de un mismo elemento soluto-soluto-vacancia muestran energías más favorables que los complejos soluto-vacancia-soluto.

Poster ID: [MC-58]

Evaluación de $Ce_{1-x}Pr_xO_{2-\delta}$ ($x = 0.1, 0.2$) como cátodo en celdas SOFC

Aristizabal M E¹, Vega-castillo J², Otero S¹, Torres Y M¹, Sánchez M D¹, Prado F¹

¹ Instituto de Física del Sur (IFISur), Departamento de Física, Universidad Nacional del Sur (UNS), CONICET, Av. L. N. Alem 1253, B8000CPB-Bahía Blanca

² Empresa de Investigación y desarrollo para la industria energética (Y-TEC)

La ceria, CeO_2 , dopada con tierras raras Ln^{+3} se convierte en un conductor iónico con elevados valores de conductividad iónica debido a la formación de vacancias de oxígeno [1]. En el caso del dopaje con praseodimio, de valencia mixta $Pr^{3+/4+}$, se observa la presencia de no-estequiometría de oxígeno al aumentar la temperatura [2]. La formación de vacancias de oxígeno junto con la presencia de los niveles Pr 4f en el interior del band gap del CeO_2 convierte al sistema $Ce_{1-x}Pr_xO_2$ en un conductor mixto [2,3], con potencial para ser utilizado en el desarrollo de un material de cátodo de celdas SOFC. Recientemente, nuestro grupo ha propuesto como electrodo de oxígeno el material compuesto $Ce_{0,9}Pr_{0,1}O_2/La_{0,4}Pr_{0,1}Ba_{0,5}Co_{0,975}O_{3-\delta}$ con una relación en peso de 70:30, observando valores de resistencia de polarización similares a los obtenidos con un electrodo preparado con la perovskita, y menores a los obtenidos con materiales compuestos utilizando $Ce_{0,9}Gd_{0,1}O_2$ [4]. Para entender este resultado, estudiamos la respuesta como electrodo de oxígeno del sistema $Ce_{1-x}Pr_xO_{2-\delta}$ con $x = 0.1$ y 0.2 y su relación con el contenido de Pr y la no-estequiometría de oxígeno de las muestras. Las muestras de $Ce_{1-x}Pr_xO_{2-\delta}$ con $x = 0.1$ y 0.2 , fueron preparadas por el método de los citratos a diferentes temperaturas de síntesis entre 400 y 1300 °C. Los datos de difracción de Rayos-X indican que las muestras son puras, sin fases secundarias. Adicionalmente, se prepararon muestras con distinto contenido de oxígeno variando la atmósfera del tratamiento: aire, Ar y mezcla Ar – 5 %H₂. En todos los casos se determinó la dependencia del parámetro de red de la fluorita y el tamaño de cristalita con el contenido de Pr y la temperatura de síntesis. En el caso de las muestras preparadas en aire a Ts = 400-500 °C con tamaño de cristalita entre 5 y 15 nm el parámetro de red aumenta, mientras que para las muestras preparadas a Ts=900-1300 °C el parámetro de red disminuye sugiriendo una variación del contenido de Pr^{+3} con el tamaño de cristalita. Medidas de dilatometría en aire, Ar y en Ar – 5 %H₂ muestran el efecto de la formación de vacancias de oxígeno en la expansión química del material a temperaturas mayores de T = 400 °C. Este efecto aumenta con el contenido de Pr [5]. En todos los casos se evaluó la respuesta electroquímica de las muestras de $Ce_{1-x}Pr_xO_{2-\delta}$ con $x = 0.1$ y 0.2 como electrodos para la reducción de oxígeno en celdas simétricas en función de la temperatura, observándose un incremento de la resistencia de polarización para

las muestras con mayor contenido de Pr. Finalmente, se realizaron estudios de espectroscopía fotoelectrónica de Rayos X en las muestras preparadas en aire. Del análisis de los datos se espera determinar el estado de oxidación de los elementos presentes en la superficie, así como la relación Ce^{+3}/Ce^{+4} , y Pr^{+3}/Pr^{+4} de las muestras $Ce_{1-x}Pr_xO_{2-\delta}$ con $x = 0.1$ y 0.2 de manera de poder correlacionar estos resultados con la respuesta electroquímica de estos compuestos.

- [1] B.C.H. Steele, Solid State Ionics 129 (2000) 95-110
- [2] S. R. Bishop, T. S. Stefanik, H. R. Tuller, Phys. Chem. Chem. Phys. 13 (2011) 10165-10173
- [3] C. Lenser, F. Gunkel, Y.J. Sohn, N.H. Menzler, Solid State Ionics 314 (2018) 204-211
- [4] M. E. Aristizabal, J. Vega-Castillo, G. Zimicz, F. Prado, Materials Letters, en prensa
- [5] R. Chiba, H. Taguchi, T. Komatsu, H. Orui, K. Nozawa, H. Arai, Solid State Ionics 197 (2011) 42-48

Poster ID: MC-59

Correlación entre tamaño y propiedades ópticas de nanopartículas de oro con aplicaciones en la construcción de un biosensor

Otero Schroeder J¹, Colaneri M¹, Boggan Simal G², Huergo A M², Giovanetti L^{1,2}

¹ Universidad Nacional de La Plata (UNLP), Departamento de Física

² Instituto de Investigaciones Fisicoquímicas Teóricas y Aplicadas (INIFTA)

La nanotecnología se ha convertido en un área de tendencia en la ciencia y ha logrado grandes avances con el desarrollo en particular de nanopartículas diseñadas y funcionales. En particular las nanopartículas de oro (AuNPs) han tenido un resurgimiento en su uso debido a su capacidad de funcionalización y métodos de síntesis simples. Sus características intrínsecas (características ópticas, electrónicas y fisicoquímicas) pueden modificarse cambiando, por ejemplo, la forma, el tamaño y la relación de aspecto. Una propiedad de utilidad de las AuNPs es que existe una correlación entre sus propiedades ópticas (plasmones), y el tamaño. Estas propiedades por ejemplo permiten utilizarlas como biomarcadores [1-2].

Con el fin de controlar el tamaño de las AuNPs se utilizó un método de síntesis partiendo de semillas de AuNPs obtenidas de la reducción controlada de una sal de Au (HAuCl₄) con citrato como agente reductor. Luego mediante la variación de la temperatura de mezcla en condiciones de reflujo se obtuvieron muestras de AuNPs con tamaños entre los 50 y 100 nm [3].

Este trabajo está dedicado a intentar determinar a través del empleo de dispersión de rayos X a bajos ángulos (SAXS) el tamaño y distribución de tamaños de

AuNPs presentes en una serie de soluciones acuosas. Con este fin se empleó un modelo que asume que las nanopartículas son esféricas y se encuentran aisladas (muestras suficientemente diluidas). A partir de los resultados obtenidos se intenta obtener una la relación funcional entre estas magnitudes y los máximos en los espectros de absorción UV-Vis asociados a las resonancias plasmónicas.

- [1] Sakka, S., & Almeida, R. M. (Eds.). (2004). Handbook of sol-gel science and technology. 2. Characterization and properties of sol-gel materials and products. Springer Science & Business Media.165-169.
- [2] Nie, X., Chen, C. Au nanostructures: an emerging prospect in cancer theranostics. *Sci. China Life Sci.* 55, 872–883 (2012).
- [3] Ziegler, C.; Eychmüller, A. Seeded Growth Synthesis of Uniform Gold Nanoparticles with Diameters of 15–300 nm. *J. Phys. Chem. C* 2011, 115 (11), 4502–4506.

Poster ID: MC-60

Adsorción de Fe_3O_4 en superficies de montmorillonita

Díaz De Rosa V L¹ ², Montes M L¹ ⁴, Taylor M A³ ¹, Alonso R E³ ¹ ⁵

¹ Instituto de Física de La Plata (IFLP), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

² Universidad Nacional de Catamarca (UNCa), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

³ Universidad Nacional de La Plata (UNLP), Facultad de Ingeniería

⁴ Universidad Nacional de La Plata (UNLP), Departamento de Física. Facultad de Ciencias Exactas

⁵ Universidad Nacional Arturo Jauretche (UNAJ), Facultad de Ingeniería y Agronomía

El gran crecimiento de la industria ha generado un efecto negativo en el medio ambiente. La contaminación es uno de los problemas más grandes que tiene la sociedad, especialmente la del agua que tiene mayor trascendencia por su incidencia directa en la vida del planeta. Muchos de los métodos empleados en las tecnologías de remediación se basan en el proceso de sorción. Entre los materiales utilizados se encuentran los minerales arcillosos como la montmorillonita (MMT)[1] Por otro lado, dotar de propiedades magnéticas a los materiales aptos para la remediación permitiría su manipulación utilizando campos magnéticos externos con el fin de su recuperación, reduciendo así los potenciales riesgos para la salud en el proceso [2]. En este trabajo se presentan resultados preliminares de adsorción de magnetita (Fe_3O_4) en diferentes superficies de $Na_{0,41}[(MgAl_3O_8)(OH)_4(Si_8O_{12})_2]_2(H_2O)$ (Na-MMT), por medio del modelado de nano clusteres.

El modelado de las superficies de Na-MMT se realizó dentro del marco de

la Teoría de la Funcional Densidad utilizando cálculos de primeros principios.

El modelado de la superficie fue realizado a partir de la estructura prística de Na-MMT, construyendo súper celdas de 2 capas separadas con vacío de 25 Å de espesor, considerando diferentes orientaciones. A su vez, la magnetita se modeló en forma de nano cluster de fórmula Fe_3O_4 . Las superficies así obtenidas tanto como el clúster fueron optimizados previo a la construcción del sistema compuesto. Por medio del análisis energético se determinó que la superficie más factible es la 001. Se analizaron diferentes sitios de adsorción sobre dicha superficie mediante un acercamiento del cluster por pasos, partiendo desde una distancia de 8 Å, y luego acercando cada 2 Å hasta llegar a los sitios seleccionados[3], permitiendo en cada uno la relajación del sistema. A través del análisis energético se establecieron los sitios más probables de adsorción. Una vez determinados, se calcularon los parámetros hiperfinos en el sitio del Fe para su comparación con resultados experimentales obtenidos con espectroscopía Mössbauer.

Referencias

[1] Uddin MK. A review on the adsorption of heavy metals by clay minerals, with special focus on the past decade. *Chemical Engineering Journal*. Enero de 2017;308:438-62.

[2] Montes ML, Barraqué F, Bursztyn Fuentes AL, Taylor MA, Mercader RC, Miehé-Brendlé J, et al. Effect of synthetic beidellite structural characteristics on the properties of beidellite/Fe oxides magnetic composites as Sr and Cs adsorbent materials. *Materials Chemistry and Physics*. abril de 2020;245:122760.

[3] Wungu TDK, Yusfi M, Suprijadi S. A Density Functional Theory Study on using Montmorillonite to Reduce Air Pollution. *MST*. 20 de diciembre de 2020;24(3):99.

Poster ID: MC-61

Nanopartículas de ZnO puras y dopadas con metales de transición: estudio de la respuesta de fotoluminiscencia bajo exposición a vapor de etanol y de la actividad fotocatalítica

Cornet M^{1 2 3}, Pais Ospina D^{1 2 3}, Comedi D^{1 2 3}, Tirado M^{1 2 3}, Marin-ramirez O^{1 2 3}

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

² Universidad Nacional de Tucumán (UNT), Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología (FACET), Departamento de Física, Laboratorio de Física del Sólido

³ Universidad Nacional de Tucumán (UNT), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Instituto de Física del Noroeste Argentino (IFINOA)

El óxido de zinc (ZnO) es un semiconductor II-VI que ha generado un cre-

ciente interés en las últimas décadas debido a sus prometedoras aplicaciones en electrónica y óptica. Su amplio potencial se basa en su gap directo de 3,37 eV y su robusta energía de ligadura excitónica de 60 meV, que le confieren una emisión de luz sólida a temperatura ambiente. Esta emisión de luz está fuertemente influenciada por factores como la estructura de defectos y la superficie del material. La motivación para este estudio surgió a partir de resultados previos de nuestro grupo sobre la fotoluminiscencia de aglomerados de nanopartículas (NPs) de ZnO, la cual mostró una dependencia no monótona del número de NPs, la potencia de excitación y la exposición a vapor de etanol [1]. Estos fenómenos fueron vinculados a la auto-absorción de los fotones emitidos y al equilibrio entre la recombinación excitónica dentro de NPs aisladas y la recombinación no radiativa a través de estados superficiales o interfaciales. Con base en estos hallazgos, se decidió profundizar en el estudio de la emisión de luz en sistemas nanoestructurados, considerando el efecto del ambiente circundante y el tamaño de las estructuras que conforman el aglomerado.

Para llevar a cabo el estudio, se fabricaron muestras que permitieran comprender mejor la influencia de las distintas variables en el comportamiento observado. Se sintetizaron polvos de micropartículas (MPs) de ZnO ($\sim 1 \mu\text{m}$) y polvos de NPs ($\sim 20 \text{ nm}$) de ZnO, ZnO:Mn y ZnO:Cu (ambos al 1% nominal) mediante síntesis solvotermal. El polvo de NPs de ZnO se dividió en tres grupos: uno sin modificar, otro sometido a calcinación en una atmósfera rica en oxígeno y un tercero calcinado en una atmósfera rica en hidrógeno. Las muestras se caracterizaron mediante microscopía de barrido electrónico y espectroscopía Raman. Experimentos de absorbancia UV/vis permitieron estimar el borde de absorción y gap óptico de las muestras. Las mediciones de fotoluminiscencia (FL) se realizaron mediante la excitación con un láser de HeCd ($\lambda = 325 \text{ nm}$) de manera sucesiva; primero en aire atmosférico, luego durante la exposición de las muestras a vapor de etanol, y por último nuevamente en aire atmosférico. Para ello, los polvos se depositaron en pequeños sustratos de silicio mediante drop-coating, obteniendo sistemas con 20 y 60 deposiciones de cada uno de los polvos.

Los resultados revelaron que la FL del sistema formado por MPs apenas se vio afectada por la exposición al vapor orgánico. En cambio, el sistema formado por NPs mostró un notable aumento de la emisión UV y una disminución de la emisión visible durante la exposición. Además, los sistemas con mayor número de deposiciones exhibieron una mayor respuesta a la presencia del vapor. La mejor respuesta fue observada para el sistema de 60 deposiciones de ZnO:Cu en presencia de etanol, aumentando la señal 7 veces durante la exposición a etanol en relación a la medida en aire atmosférico. Por último, se observó que, en todos los casos, después de detener las exposiciones al vapor de etanol, los sistemas recuperaron su comportamiento original de FL. Estos resultados sugieren que la

respuesta de la FL en sistemas granulares de ZnO al vapor de etanol está dominada por las modificaciones en las propiedades optoelectrónicas de las interfaces partícula/partícula, inducidas por las moléculas orgánicas incidentes.

Tras obtener resultados prometedores en los estudios de FL, se procedió con la evaluación de la actividad photocatalítica de las muestras utilizando azul de metileno como indicador. Los experimentos se realizaron empleando una solución de azul de metileno de concentración 5 mg/l, una concentración de photocatalizador de 300 mg/l, e iluminando con una lámpara comercial LED de $\lambda = 365$ nm y 3 W de potencia durante un periodo de 75 minutos.

El polvo de ZnO nanoparticulado mostró una eficiencia de degradación del 88 %. Sin embargo, los mejores resultados se obtuvieron para la muestra de ZnO calcinado en O_2 , la cual alcanzó una eficiencia del 90 % en la degradación del azul de metileno.

[1] Oscar Marin, Gustavo Grinblat, Mónica Tirado and David Comedi, Nano-Structures & Nano-Objects 26, (2021), 100734.

Poster ID: MC-62

Ciclos magnéticos RF de metales amorfos constituidos por nanocristales de hierro (FINEMET): Caracterización mediante técnica ESAR

Asorey C N¹, Cattaneo S¹, Barco G¹, Zarragoicoechea H¹, Bruvera I²

¹ Departamento de Física. Universidad Nacional de La Plata

² Instituto de Física La Plata. CONICET

Los ciclos de histéresis magnética ofrecen valiosa información sobre la magnetización $M(t)$ presente en un material ferromagnético en respuesta a un campo magnético externo variable $H(t)$.

Los ferromagnetos en particular muestran una relación no lineal entre H y M . Esto último, en conjunto con la existencia de una magnetización remanente a lo largo del ciclo, provoca que el material disipe energía en forma de calor.

Particularmente, en el caso de los materiales magnéticos amorfos, que se caracterizan por su estructura atómica no cristalina, se observa una menor magnetización remanente en respuesta al campo $H(t)$. Esto se traduce en una menor disipación de energía en forma de calor en comparación con otros ferromagnetos.

Al trabajar con un ferromagneto, la técnica ESAR (*Electromagnetic Specific Absorption Rate*) se utiliza para evaluar cómo el material absorbe energía de los campos aplicados. Se realiza mediante la medición de la tasa de absorción de energía electromagnética por unidad de masa del material. Mediante esta técnica obtenemos $M(H)$ a partir de ciclos producidos a RF. En este trabajo se caracterizó una muestra de $Fe_{13,5}Cu_1Nb_3Si_{13,5}B_9$ a diferentes frecuencias y amplitudes de

campo RF mediante un sistema ESAR *ad hoc* de diseño propio, obteniendo la medida de manera inductiva con un par de bobinas en serie oposición.

Poster ID: MC-63

Búsqueda del estado estructural de mínima energía de las Perovskitas basadas en los compuestos CsPbX_3 y CsGeX_3 ($\text{X}=\text{I},\text{Br},\text{Cl}$) para su aplicación en celdas solares

Saltos Sánchez H B^{1,2}, Limousin G L³, Cappelletti M A^{4,1}, Gil Rebaza A V³

¹ Universidad Nacional de La Plata (UNLP), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Grupo de Control Aplicado (GCA), Instituto LEICI (CONICET-UNLP), 1900 La Plata – Argentina

² Comisión de Investigaciones Científicas (CIC), Becario

³ Instituto de Física de La Plata (IFLP), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Universidad Nacional de La Plata (UNLP), CCT La Plata, Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad Nacional de La Plata

⁴ Universidad Nacional Arturo Jauretche (UNAJ), Av. Calchaquí 6200, 1888 Florencio Varela, Provincia de Buenos Aires.

Los materiales basados en Perovskita son una alternativa para transformar la energía solar en electricidad mediante la producción de Paneles solares de Perovskita (PSC). Han captado la atención de la industria en los últimos años tanto por sus propiedades optoelectrónicas como por su facilidad de producción.

Entre la variedad de estos materiales se encuentran perovskitas inorgánicas como la CsPbX_3 , cuya banda varía entre 1.72eV a 2.31eV para CsPbI_3 y CsPbBr_3 , respectivamente. Su desventaja radica en que el Plomo (Pb) es un agente peligroso para la salud humana y altamente contaminante, lo cual motiva la búsqueda de alternativas como el uso del Germanio (Ge) para disminuir al mínimo eficaz la concentración de Pb.

Los esfuerzos de la presente investigación se basan en la búsqueda del estado estructural de mínima energía a través de la deformación de los octaedros del perovskita. Para ello, se iteraron entre 1764 combinaciones de posiciones atómicas con el fin de encontrar la configuración adecuada para su estudio en simulaciones a nivel de dispositivo.

La presente investigación complementa trabajos anteriores de este grupo de trabajo, siguiendo el objetivo de encontrar la mejor configuración estructural mediante métodos ab-initio DFT, GGA LAPW de estos materiales. Posteriormente, se realizarán simulaciones computacionales a nivel de dispositivo para encontrar una alternativa óptima libre de plomo para paneles solares.

Poster ID: MC-64

Nanoestructuras de grafeno dopadas con átomos

metálicos como nanoelectrodos para celdas de combustible PEMFC

Aramburu V M¹, Lopez M B¹, Fasoli H¹

¹ „Centro de Investigaciones Fisicoquímicas, Teóricas y Aplicadas, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UNCA

En la actualidad las celdas de combustible se proyectan como una alternativa en diversas aplicaciones que emplean motores de combustión. Usualmente, las celdas de combustible de baja temperatura utilizan platino y aleaciones de platino como ánodo y catalizadores del cátodo. El principal problema que se presenta en este tipo de celdas de combustible es el envenenamiento por CO durante el proceso de oxidación, disminuyendo de esta manera los sitios activos de adsorción en el catalizador. Por ello, los materiales de carbono no convencionales han despertado un gran interés como soportes de electro catalizadores debido a sus propiedades eléctricas y mecánicas, y su versatilidad en el tamaño y distribución apropiada de los poros. Además, con el objetivo de reducir las cantidades de platino, se trabaja con aleaciones bimetálicas a escala nanométrica. En este contexto, el modelado computacional y las técnicas de cálculo y de simulación, basadas en la Teoría del Funcional de la Densidad (DFT) son herramientas que proveen un riguroso tratamiento para estudiar estructuralmente sistemas nanométricos, y sus propiedades electrónicas, magnéticas y de reactividad química, entre otras. Esto implica un significativo ahorro de trabajo experimental, menor contaminación ambiental y disminución de costos. En este trabajo se presenta un estudio de las propiedades electrónicas, estructurales y catalíticas de láminas de grafeno dopadas con metales de transición, grafeno/X ($X = V, Fe, Co, Ni, Zr, Ru, Pd$), frente a la adsorción y disociación de oxígeno molecular, usando técnicas de modelado y cálculo computacional basados en la Teoría del Funcional de la Densidad. Se emplea el funcional PBE1PBE y los pseudopotenciales LANL2DZ para el átomo metálico y las bases 6-31G+ para los átomos de carbono. La incidencia del solvente en el sistema se realiza utilizando el Modelo Polarizable Continuo (PCM) y determinando las energías de solvatación. Los resultados indican, entre otras cosas, que la presencia heteroátomos y del solvente promueve un debilitamiento en la energía de adsorción de oxígeno, siendo el sistema dopado con níquel el que presenta el mayor debilitamiento por lo que facilitaría la disociación de oxígeno.

Poster ID: MC-65

Desarrollo de bases de datos espectroscópicas de referencias teóricas y experimentales para SIRIUS

Figueroa S J A¹, Silva A D S¹, Villacrés Merchán F G¹, Torquato I F¹, De Almeida J M²

¹ Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais (CNPEM), Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS), 13083-970, Campinas, São Paulo, Brasil.

² Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais (CNPEM), Ilum Escola de Ciência, 13087-548, Campinas, São Paulo, Brasil

La técnica de absorción de rayos X es muy atractiva por su sensibilidad atómica y versatilidad. Habitualmente esta técnica va acompañada de otras técnicas de caracterización de forma que la información que proporciona una técnica sirve de complemento de la otra técnica. Sin embargo, en ocasiones, algunas técnicas no son adecuadas para realizarse debido a la naturaleza del material, lo que dificulta la identificación de los espectros mediante únicamente el uso de la técnica de absorción de rayos X. La comunidad científica dispone hoy de algunas herramientas computacionales para interpretar los espectros de absorción. Sin embargo, estas técnicas generalmente están sujetas a la consulta de bases de datos experimentales, que son muy pocas y limitadas en volumen de datos. En SIRIUS [1], la idea de tener una base de datos experimentales es atractiva debido a la gran cantidad de datos que se generan y procesan internamente. Así, la idea central de este trabajo fue desarrollar una base de datos con mecanismos simples de consulta vía Internet para facilitar la obtención de conjuntos de datos espectroscópicos, junto con un sistema de simulación automatizado para disponer de alternativas a la interpretación de los espectros de absorción de rayos X, con énfasis en espectros de absorción de rayos X cercanos al borde de absorción (*XANES*). Para ello desarrollamos de una base de datos y un sitio web y además una implementación de un flujo de trabajo automatizado para simulaciones de espectros *XANES*. A partir de este punto podemos proceder a implementar métodos de machine learning para identificación de espectros desconocidos a partir de los datos de la base.

[1] L. Liu, N. Milas, A. H. C. Mukai, X. R. Resende y F. H. De Sá, *J. Synchrotron Radiat.*, 2014, 21, 904–911

Poster ID: MC-66

Aplicación de técnicas termogravimétricas al desarrollo de materiales para captura de CO_2

Martínez A² ¹, Arneodo Larochette P³ ¹, Gennari F³ ¹, Gasnier A² ²

¹ Centro Atómico Bariloche (CAB), Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

² Instituto de Nanociencia y Nanotecnología (INN)

³ Instituto Balseiro (IB), Universidad Nacional de Cuyo (UN Cuyo)

En este trabajo se estudian materiales que se componen de una amina polimérica (polietilenimina, PEI) impregnada en una matriz porosa (resorcinol formaldehído) de alta área superficial. Su interés radica en que pueden ser utilizados para capturar selectivamente CO_2 en corrientes gaseosas, para luego liberarlo controladamente, en un proceso reversible.

Se considera que la matriz porosa permite incrementar considerablemente el

área expuesta del polímero al gas a capturar (CO_2), aumentando así la actividad (velocidad, capacidad) del material, en particular en condiciones moderadas ($T < 100^\circ C$). La aplicación sistemática de un proceso de captura/liberación del CO_2 en conjunto con la caracterización textural de la matriz según su grado de impregnación por el polímero permite obtener una información fundamental sobre los factores determinantes de estos materiales.

Aplicando una rampa de temperatura creciente seguida de una rampa de temperatura decreciente, se pudo observar concretamente la histéresis asociada a la captura del CO_2 en estos materiales, evidenciando un límite de temperatura que separa el control cinético del termodinámico. Se pudo relacionar esta temperatura con el grado de relleno de las matrices, y su modo de relleno (axial o longitudinal). Esto ilustra la importancia de la mojabilidad del polímero en la matriz, que depende de la afinidad entre ambos, del diámetro de los poros, y de su rugosidad.

En la etapa de liberación del CO_2 , se pudo discriminar la componente fisisorbida del CO_2 (superficie disponible de la matriz) de la componente quimisorbida del CO_2 (volumen disponible del polímero). Esta discriminación era necesaria para poder entender la importancia de la barrera difusional del CO_2 a través del polímero sobre su capacidad de captura.

Utilizando la técnica termogravimétrica se pudo mostrar que las propiedades de estos materiales dependen de diversos factores en interacción, más allá de la sola área superficial, del volumen de poros disponibles o de la cantidad de polímero empleado. Este método es reproducible, accesible, y aplicable a otras combinaciones de materiales para captura (polímero/matriz porosa) para entender los factores determinantes de su optimización.

Poster ID: MC-67

Oscilador armónico en la red bajo la acción de un campo de fuerza homogéneo y rápidamente oscilante.

Martínez Quintana L A¹, González Díaz L A²

¹ Universidad Tecnológica Nacional (UTN), Facultad Regional Buenos Aires

² „IVIC, Altos de Pipe, Miranda-Venezuela

En esta investigación se calcula el hamiltoniano efectivo del oscilador armónico en la red bajo la acción de un campo de fuerza homogéneo en el espacio y rápidamente oscilante en el tiempo utilizando el enfoque de Floquet-Magnus. La ecuación de Schrödinger obtenida es resuelta utilizando las funciones de Mathieu con correcciones hasta el orden ω^{-2} en la frecuencia de oscilación respecto del mismo sistema pero bajo un campo de fuerza constante en posición y tiempo, tratado en el trabajo precursor de Gallinar y Chalbaud [1]. Consideraciones semiclásicas adicionales para el oscilador armónico en la red son presentadas para

ser comparadas con los resultados cuánticos obtenidos.

- [1] Gallinar, J. P., and Chalbaud, E. . Physical Review B, 43(3), 2322, (1991)

Poster ID: MC-68

Evaluación teórica de la interacción y posible detección de trifluoroacetonitrilo con láminas de nitruro de aluminio

González Fá A¹, Luna R¹, Juan J¹, Marchetti J², Juan A¹, López Corral I³

¹ Universidad Nacional del Sur (UNS), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), IFISUR

² Faculty of Science and Technology, Norwegian University of Life Sciences, Norway

³ Universidad Nacional del Sur (UNS), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), INQUISUR

El trifluoroacetonitrilo (CF_3CN) es un gas tóxico que puede producirse en equipos de medio y alto voltaje por descomposición del gas aislante heptafluorobutironitrilo ($\text{C}_4\text{F}_7\text{N}$), bajo condiciones anómalas de descarga. Por consiguiente, es posible identificar rápidamente fallas en estos equipos a través de la detección de CF_3CN mediante sensores apropiados. En particular, en los últimos años se han empleado con éxito nanomateriales bidimensionales tipo grafeno tanto para adsorber como para detectar gases, gracias a su elevada área superficial y conductancia eléctrica sumamente sensible al entorno gaseoso.

En el presente trabajo se aplicaron métodos basados en la Teoría del Funcional de la Densidad (DFT) con la finalidad de evaluar la posibilidad de detección de CF_3CN mediante láminas de nitruro de aluminio (AlNNS). Los cálculos se realizaron a nivel GGA-PBE y vdW-DF, a través del código *Vienna Ab initio Simulation Package* (VASP). En primer lugar se modelaron diversas geometrías de adsorción de la molécula CF_3CN sobre *slabs* periódicos de AlNNS prístico y provisto de vacancias, y a continuación se evaluaron los cambios en las propiedades electrónicas y magnéticas de cada superficie como consecuencia de la adsorción del gas.

Los resultados de la optimización geométrica sugieren una escasa interacción del CF_3CN con la superficie prística, pero por el contrario la presencia de vacancias, tanto de aluminio (vAl) como de nitrógeno (vN), conduce a procesos de quimsorción caracterizados por valores de energías de adsorción de 2 a 3 eV, y por la formación de enlaces Al—N entre la molécula y la superficie. En el caso de vN-AlNNS es posible además una interacción disociativa en la que se rompe un enlace C—F del CF_3CN y el átomo de F liberado se une a un átomo de Al de la

superficie. Las curvas de densidad de estado obtenidas muestran una disminución de $\approx 7\%$ en el valor de *band gap* de vAl-AlNNS en presencia del gas, mientras que dicho parámetro se incrementa entre 18 y 20 % en el caso de vN-AlNNS. Por otro lado sólo se obtuvieron variaciones significativas en el momento magnético de la superficie cuando la quimisorción ocurre sobre vN. Finalmente se registraron variaciones importantes en la función trabajo, cercanos a 0,4 y 0,6 eV para vAl-AlNNS y vN-AlNNS, respectivamente, una vez producida la adsorción del gas. Estos resultados sugieren que la inducción de vacancias en AlNNS permite aumentar su capacidad de interacción con CF_3CN , originando cambios significativos en las propiedades del material que podrían permitir la detección del gas con adecuada sensibilidad.

Poster ID: [MC-69]

Fabricación De Resonadores Microondas Superconductores Basados En Films De Aluminio Granular

Potosí E¹, Ramos K¹, Tosi L¹

¹ Instituto Balseiro (IB), Universidad Nacional de Cuyo (UNCuyo)

El desarrollo de materiales superconductores con alta inductancia cinética es un tema de investigación muy activo por las potenciales aplicaciones en la detección de fotones[1] y circuitos cuánticos[2]. En este trabajo nos concentraremos en la fabricación de resonadores microondas [1] a partir de un superconductor desordenado conocido como aluminio granular[3]. Crecimos y caracterizamos films delgados de aluminio granular, cuyas propiedades (temperatura crítica y resistividad) pueden ser controladas en el proceso de crecimiento[1]. Obtuvimos films cerca de la transición superconductor-aislante ideales para ser empleados en la fabricación de resonadores y comenzamos a implementar la microestructuración de los mismos.

[1] Maleeva, Nataliya, et al. Circuit quantum electrodynamics of granular aluminum resonators. *Nature communications* 9.1 (2018): 3889.

[2] Wang, Joel I-Jan, and William D. Oliver. An aluminium superinductor. *Nature materials* 18.8 (2019): 775-776.

[3] Levy-Bertrand, Florence, et al. Electrodynamics of granular aluminum from superconductor to insulator: Observation of collective superconducting modes. *Physical Review B* 99.9 (2019): 094506.

Mecánica estadística, física no-lineal y sistemas complejos

Charlas

Martes 19 de 14:00 a 14:40

Centro Histórico Cultural - Sala 2

Charla Invitada

Dietary restriction modulates ultradian rhythms and autocorrelation properties in mice behavior

Kembro J M¹, Flesia A G², Acosta Rodriguez V A³, Takahashi J^{3 4}, Nieto P S⁵

¹ Universidad Nacional de Córdoba (UNC), IIByT and ICTA, CONICET

² Universidad Nacional de Córdoba (UNC), CIEM, CONICET

³ Department of Neuroscience, Peter O'Donnell Jr. Brain Institute, University of Texas Southwestern Medical Center.

⁴ Howard Hughes Medical Institute, University of Texas Southwestern Medical Center

⁵ Universidad Nacional de Córdoba (UNC), IFEG, CONICET

Animal behavior emerges from integration of many processes with different spatial and temporal scales. Dynamical behavioral patterns, including rhythms and auto-correlations properties, can be differentially affected by external cues. Identifying these patterns is important for understanding how organisms adapt to their environment, yet unbiased methods to quantify dynamical changes over multiple temporal scales are lacking. Herein, we combine a wavelet approach with Detrended Fluctuation Analysis to identify behavioral patterns and evaluate changes over 42-days in mice subjected to different dietary restriction paradigms. We show that feeding restriction alters the coexistence of 24h and 12h rhythms and long and short range correlations, not only by modulation of daily rhythms but also the 12h-rhythms presence, phase and/or strength and the nature of auto-correlation properties of feed-intake and wheel running behaviors. These results highlight the underlying complexity of behavioral architecture and offer insights into the multi-scale impact of feeding habits on physiology.

Contacto: Paula Nieto, pnieto1@famaf.unc.edu.ar

Martes 19 de 14:40 a 15:00

Centro Histórico Cultural - Sala 2

Clustering de eventos motores de escape en pez Cebra

Agulló V¹ ², Martorell N², Medan V²

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

² Universidad de Buenos Aires (UBA), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Instituto de Fisiología, Biología Molecular y Neurociencias (IFIBYNE), Laboratorio de Redes Neuronales

Nuestro comportamiento determina cómo interactuamos con el ambiente. Específicamente, la evaluación sobre la peligrosidad de un evento externo determina la decisión de ejecutar una respuesta evasiva (escape). Sin embargo, nuestro conocimiento de cómo el cerebro procesa información sensorial organiza el comportamiento y tomar decisiones adaptativas es aún rudimentario. Los peces cebra (*Danio rerio*) son una especie ideal para el estudio de las bases neurobiológicas de comportamientos evasivos debido a que presentan un repertorio variado de conductas de alarma y escape que pueden ser estudiadas en el laboratorio. Sin embargo, la clasificación directa por un observador puede ser afectada por sesgos subjetivos o atencionales y puede variar entre observadores o en relación al grado de experiencia de un observador (además de ser lenta y tediosa). Es por ello que contar con algoritmos de análisis cuantitativos para la detección automática de eventos comportamentales de interés reviste gran importancia, especialmente cuando es necesario el análisis de grandes volúmenes de datos.

En este trabajo, filmamos las respuestas de peces cebra frente a distintos estímulos visuales y auditivos presentados en forma separada o en conjunto. Esta batería de estímulos desencadenó distintas respuestas de alarma y escape en relación al grado de peligrosidad percibido por el animal. Para analizar estos datos utilizamos DeepLabCut, un algoritmo de determinación de la posición del animal (tracking) que nos permite extraer diferentes parámetros cuantitativos de la trayectoria. El primer objetivo de este análisis fue encontrar las variables relevantes para realizar una categorización automática de patrones comportamentales de escape.

Entre las respuestas evasivas más conspicuas que presentan los peces se destacan las respuestas de escape tipo C-start. Este tipo de comportamiento de escape, extremadamente rápido, consiste en la contracción de la musculatura del tronco y cola de uno de los lados del pez (de manera que asume la forma de letra C) seguida por la contracción de la musculatura del lado opuesto y propulsión a gran velocidad alejando al animal de la fuente de peligro.

Como primer paso, se desarrolló una herramienta capaz de segmentar la actividad motora para reconocer los eventos motores rápidos, donde se incluyen las respuestas tipo C-start junto con otros tipos de respuesta.

Tomando como punto de partida las variables cinéticas utilizadas en la segmen-

tación (33 variables) y considerando evidencia previa de la existencia de al menos dos tipos de escapes asociados a las modalidades de estimulación (visual y acústica) presentadas utilizamos algoritmos de reducción de dimensionalidad (t-SNE, UMAP) y algoritmos de clustering (K-means) para encontrar grupos de eventos motores.

Se encontraron 3 grupos consistentes ante el uso de ambos métodos de reducción de dimensión. Uno de los grupos está enriquecido en escapes evocados por estímulos visuales mientras que otro está enriquecido en escapes evocados por estímulos acústicos. Los eventos evocados con estimulación multisensorial (visual+acústica) se encuentran distribuidos entre ambos grupos. Finalmente, en el tercer grupo de eventos reúne las respuestas motoras rápidas que no constituyen escapes.

Nuestros resultados apoyan fuertemente nuestra hipótesis de la existencia de dos tipos de escapes: escapes rápidos y escapes lentos. Para avanzar en el desarrollo de algoritmos de detección automática de patrones motores de interés sumaremos un nuevo set de datos con condiciones experimentales comparables y nuevas herramientas de análisis como autoencoders para la reducción de dimensión y un algoritmo de Random Forest para el clustering.

Contacto: Valentin Agullo, valentin_a_98@hotmail.com

Esta charla también se presenta como poster con el ID: ME-1

Martes 19 de 15:00 a 15:20

Centro Histórico Cultural - Sala 2

Diferencias entre redes de interacción entre tortugas terrestres y redes de interacción generadas por caminantes aleatorios

Madile Hjelt M¹, Echave M², Kubisch E⁴, Kazimierski L², Catalano N^{2 3}, Abramson G^{1 2}, Moyano L^{1 2}, Laneri K²

¹ Instituto Balseiro - Universidad Nacional de Cuyo - CNEA, R8402AGP San Carlos de Bariloche, Argentina.

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Centro Atómico Bariloche, CNEA, San Carlos de Bariloche, Argentina.

³ Centro Atómico Bariloche (CAB)

⁴ CONICET - Centro Regional Universitario Bariloche, Universidad Nacional del Comahue, San Carlos de Bariloche, Argentina.

A pesar de ser una especie catalogada como ‘vulnerable’ según la IUCN, se conoce muy poco sobre la tortuga terrestre *Chelonoidis chilensis*. Algunos de los factores que amenazan esta especie son su comercialización en el mercado ilegal de mascotas y la fragmentación de su hábitat. La población de estudio se encuentra en el límite sur de su distribución geográfica, en las cercanías de San

Antonio Oeste, Patagonia, Argentina. Por estos motivos resulta muy importante conocer sus refugios, su área de movimiento y la estructura de las interacciones entre las tortugas dentro de la comunidad. En este trabajo, se estudió el movimiento de una población de *Chelonoidis chilensis* mediante el relevamiento de las trayectorias con GPS comerciales. Se identificaron los refugios nocturnos y se armaron redes bipartitas de nodos tortuga y nodos refugio. De igual manera se construyeron redes de encuentro diurnas entre tortugas. Trabajar las relaciones medidas en formato red permite una representación estructurada y eficiente, facilitando la comparación tanto a distintas épocas de comportamiento. Finalmente se compararon las redes de encuentros construidas a partir de los datos, con redes generadas a partir de simulaciones computacionales de caminatas aleatorias, a fin de explorar sobre los posibles mecanismos generadores del movimiento de las tortugas

Contacto: Marco Madile hjelt, marcomadilemm@gmail.com

Martes 19 de 15:20 a 15:40

Centro Histórico Cultural - Sala 2

Desarrollo de dispositivos de grabación-reproducción y transmisión inalámbrica de audio

Alvez J N¹, Buono P¹, Bistel R^{1,3}, Mindlin G B^{1,2,3}

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

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

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

Los dispositivos de grabación y reproducción de audio se emplean comúnmente para estudiar aves silvestres, con aplicaciones relacionadas al análisis del comportamiento, determinar la presencia de especies y atracción de individuos [1].

En este trabajo se presenta el diseño de un dispositivo grabador-reproductor de audio capaz de enviar los registros a través de Wi-Fi. El dispositivo es autónomo, lo que garantiza una mínima invasividad del personal de investigación en las áreas bajo estudio. Además, este instrumento es fácilmente configurable, por lo cual puede ser utilizado en otros estudios de campo.

[1] De Rosa, A., Castro, I., and Marsland, S. (2022) *Ibis*, 164(2), 371-387

Contacto: Pedro Buono, pedrobuono98@gmail.com

Martes 19 de 15:40 a 16:00

Centro Histórico Cultural - Sala 2

Caracterización topológica de la Circulación de retorno meridional del Atlántico

Mosto C²³, Charó G D²³, Le Bras P⁴, Tandeo P¹, Sévellec F¹, Sciamarella D³⁵

¹ IMT Atlantique, Lab-STICC, UMR CNRS 6285, Brest, France

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Universidad de Buenos Aires (UBA), Centro de Investigaciones del Mar y la Atmósfera (CIMA)

³ IRL 3351 IFAEPCI, Institut Franco-Argentin d'Etudes sur le Climat et ses Impacts (CNRS – IRD – CONICET – UBA), C1428EGA CABA

⁴ Laboratoire d'Océanographie Physique et Spatiale, Univ. Brest CNRS Ifremer UBO, Brest, France

⁵ , Centre National de la Recherche Scientifique, 75016 Paris, France

Una característica importante de los registros paleoclimáticos del último intervalo glacial en el Atlántico Norte es la pronunciada variabilidad milenaria, comúnmente conocida como los eventos Dansgaard-Oeschger (D-O). Estos consisten en un abrupto calentamiento de un par de décadas de los núcleos de hielo de Groenlandia y de la temperatura del Atlántico Norte y un enfriamiento lento a lo largo de varios siglos, con una periodicidad de unos 1400 ± 500 años. La biestabilidad potencial de la circulación de retorno meridional del Atlántico (conocida como AMOC, por las siglas en inglés de Atlantic Meridional Overturning Circulation) apunta inmediatamente a la posibilidad de que los estados climáticos fríos y cálidos estén relacionados con su reorganización.

Partiendo de un modelo determinista idealizado de 3 grados de libertad de la AMOC, se agrega como variable clave en el tiempo la extensión más meridional de la cubierta de hielo marino (Sevellec y Fedorov, 2015). Esta dependencia temporal fue elegida especialmente para imitar un ciclo glaciar-interglaciar (encendido y apagado de la AMOC) típico del Pleistoceno tardío.

Para estudiar las propiedades dinámicas del modelo, abordaremos el problema con una aproximación topológica. La descripción proporciona información sobre los mecanismos invariantes que actúan para dar forma a un flujo en el espacio de estados y se realiza mediante la construcción de un templex. Un templex (Charó et al., 2022) es un objeto matemático dual compuesto por un complejo de celdas y un grafo dirigido que describen simultáneamente la estructura topológica del atractor y la acción del flujo sobre esa estructura. El complejo celular aproxima la variedad subyacente como un grupo estratificado de células pegadas por sus bordes, y el grafo dirigido codifica el modo en que las celdas están interconectadas por el flujo. El análisis algebraico de un templex proporciona los caminos no equivalentes de celdas en los que puede visitarse el complejo utilizado para apro-

ximar la estructura topológica del atractor. El complejo celular y el grafo dirigido pueden calcularse a partir de soluciones numéricas de las ecuaciones del modelo, pero también pueden reconstruirse a partir de series temporales, mediante embedidos.

La estructura básica del caso autónomo (en tres dimensiones) y no autónomo (autonomizado en cuatro dimensiones) es semejante y corresponde a un oscilador de relajación. Sin embargo, al autonomizar el sistema, se observa la coexistencia de dos estructuras topológicas separadas temporalmente. Por un lado, se observa una variedad no enramada correspondiente a un atractor cuasiperiódico asociado al apagado de la AMOC. Por el otro, en la fase de encendido, un atractor caótico con características en común con las de un oscilador de relajación de varias ramas. Sévellec, F., and Fedorov, A. V. (2015). Unstable AMOC during glacial intervals and millennial variability: The role of mean sea ice extent. *Earth and Planetary Science Letters*, 429, 60-68.

Charó, G. D., Letellier, C., and Sciamarella, D. (2022). Templex: A bridge between homologies and templates for chaotic attractors. *Chaos: An Interdisciplinary Journal of Nonlinear Science*, 32(8).

Contacto: Caterina Mosto, caterina.mosto@cima.fcen.uba.ar

Miércoles 20 de 14:30 a 14:50

Centro Histórico Cultural - Sala 2

Transiciones de fase orientacionales en un sistema de varillas rígidas depositadas sobre sustratos en tres dimensiones: un estudio desde la entropía configuracional de la fase adsorbida

Ramirez-pastor A J¹, Pasinetti P M¹, Vogel E E²

¹ Instituto de Física Aplicada (INFAP), Universidad Nacional de San Luis (UNSL), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Departamento de Física, INFAP (CONICET-UNSL)

² Universidad de la Frontera (UFRO), Departamento de Física

Combinando simulaciones de Monte Carlo y el método de integración termodinámica, estudiamos la entropía configuracional por sitio de varillas rígidas rectas de longitud k (k -meros) adsorbidas en redes cúbicas simples tridimensionales (3D). El proceso se controla siguiendo la dependencia de la cobertura de la red θ con el potencial químico μ (isoterma de adsorción). Luego, realizamos la integración de $\mu(\theta)$ sobre θ para calcular la entropía configuracional por sitio de la fase adsorbida $s(k, \theta)$ en función del cubrimiento superficial. A partir del comportamiento de la

función $s(k, \theta)$, se obtienen diferentes diagramas de fase según los valores de k : $k \leq 4$, fase desordenada; $k = 5, 6$, fases desordenada y desordenada en capas; y $k \geq 7$, fases desordenada, nemática y desordenada en capas. En el límite de $\theta \rightarrow 1$ (cobertura total), la entropía configuracional por sitio se determina para valores de k que oscilan entre 2 y 8. Para $k \geq 6$, los datos de MC coinciden (dentro de la incertidumbre estadística) con predicciones analíticas recientes [D. Dhar y R. Rajesh, Phys. Rev. E 103, 042130 (2021)] para varillas muy grandes. Este hallazgo representa la primera validación numérica de la expresión obtenida por Dhar y Rajesh para redes d -dimensionales con $d > 2$. Además, para $k \geq 5$, los valores de $s(k, \theta \rightarrow 1)$ para redes cúbicas simples coinciden con los valores informados en [P. M. Pasinetti y col., Phys. Rev. E 104, 054136 (2021)] para redes cuadradas bidimensionales (2D). Esto es consistente con la imagen de que a altas densidades y $k \geq 5$, la fase desordenada en capas se forma sobre la red. Bajo estas condiciones, el sistema se rompe en capas independientes y la fase adsorbida se convierte esencialmente en una fase 2D. Este resultado refuerza la conjectura de que el comportamiento de la entropía por sitio a red llena y k grande es superuniversal y se mantiene para toda $d \geq 2$.

Contacto: Antonio J. Ramirez, antorami@unsl.edu.ar

Miércoles 20 de 14:50 a 15:10

Centro Histórico Cultural - Sala 2

Analisis de la Robustez de una Red de Transporte Público: un Enfoque Combinando el L-space y el C-space

Cicchini T¹, Ermann L², Caridi D I¹

¹ Instituto de Cálculo, UBA-CONICET

² Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA)

La estructura del transporte público urbano y su análisis son determinantes para el funcionamiento y desarrollo de las ciudades en todo el mundo [1]. Una forma de estudiar dicha estructura es mediante el uso de redes complejas [2-5]. De esta forma, se logra capturar aspectos fundamentales de las mismas, como su cobertura, eficiencia y robustez.

A grandes rasgos, el transporte público urbano se divide en modos: colectivos, trenes y subterráneos. Cada modo suele estar compuesto por un conjunto de estaciones y de líneas. De esta forma, las líneas realizan recorridos que van desde una estación terminal hacia otra, pasando por estaciones intermedias.

Focalizando en un único modo, existen distintos tipos de redes [6]. Tomando las estaciones como nodos, los enlaces representan estaciones consecutivas en el

recorrido de, al menos, una línea. Este modelado es conocido como el L-space. A su vez, es posible reducir el problema estudiando una red con las líneas como nodos. Aquí, los enlaces darán cuenta de la cantidad de estaciones compartidas por un par de líneas. Este modelado es conocido como el C-space.

Usando OverPass API de OpenStreetMap, adquirimos los datos correspondientes a la red de colectivos del AMBA (Área Metropolitana de Buenos Aires), Argentina. La misma cuenta con 423 líneas distintas y un recorrido total de 8400 km. Utilizando el L-space, red por la cual circulan los pasajeros, obtenemos una red de 5356 nodos y 15732 enlaces (ver Fig. ??). Por otro lado, al construir el C-space, obtenemos una red de 419 nodos y 12584 enlaces, capturando la estructura a gran escala de la interconexión entre líneas.

En este trabajo proponemos un enfoque combinado para estudiar la robustez del L-space frente a la remoción de líneas enteras de colectivos. Para esto, usamos diferentes estrategias de remoción, en función de distintas métricas basadas en el C-space. De esta forma se estudia el efecto sobre la red por la cual circulan los pasajeros, pero integrando información global de la red, basada en la red de líneas.

Removiendo líneas según distintas métricas del C-space y de forma aleatoria, logramos reconstruir el comportamiento de la componente gigante del L-space en función de la fracción de líneas removidas. Se observa que la red resulta robusta frente a la remoción aleatoria de líneas: no existe una fracción de rutas removidas que haga que la componente gigante llegue a cero. En cambio, se observa cierta debilidad frente a la remoción dirigida de líneas, según las distintas métricas. En particular, es la betweenness la métrica más efectiva para destruir la red, presentando incluso discontinuidades en la componente gigante para ciertas líneas removidas. La siguen closeness, pagerank y degree, pero con un comportamiento más suave. De hecho, no presentan discontinuidades notables.

La robustez frente a la remoción aleatoria puede deberse a la redundancia que existe en la red, con líneas que comparten tramos largos de sus recorridos. Al priorizar líneas según su centralidad, este comportamiento cambia. El hecho de que la betweenness sea la más efectiva puede deberse a que es la que mejor captura la interconexión de las líneas, priorizando aquellas que son puentes en el C-space.

Se ha replicado el estudio para otras ciudades importantes de Argentina y se han utilizado otras métricas. Se ha hecho un análisis preliminar sobre la estructura intermodal de transporte público para el caso del AMBA.

[1]Cervero, Robert. "Integration of urban transport and urban planning." The challenge of urban government: Policies and practices (2001): 407-427.

[2] R. Latora, V., and Marchiori, M. (2002). Is the Boston subway a small-world network?

- [3] Sen, P., Dasgupta, S., Chatterjee, A., Sreeram, P. A., Mukherjee, G., and Manana, S. S. (2003). Small-world properties of the Indian railway network.
- [4] Sienkiewicz, J., and Hołyst, J. A. (2005). Statistical analysis of 22 public transport networks in Poland.
- [5] Rodrigues Neto, Camilo and Sousa, Sandro Ferreira and Ferreira, Fernando, Multiscale Structure and Robustness of São Paulo Public Transport Network.
- [6] Barthélémy, M. (2011). Spatial networks A Complete Introduction: From Graph Theory and Statistical Physics to Real-World Applications.

Contacto: Tomas Cicchini, tomas.cicchini@gmail.com

Miércoles 20 de 15:10 a 15:30

Centro Histórico Cultural - Sala 2

Sistemas de amortización sobre espacios vectoriales

Ardenghi J S¹

¹ Universidad Nacional del Sur (UNS), IFISUR

Los sistemas de amortización son ampliamente usados en economía con el fin de generar agendas de pago que repagan una deuda inicial junto con su interés. Se presenta una generalización de estos sistemas de amortización haciendo uso del formalismo matemático de la mecánica cuántica basado en espacios vectoriales. Se definen operadores para la deuda, amortización, interés y cuota y sus valores medios son calculados en diferentes bases ortonormales. El espacio vectorial del sistema de amortización tiene dimensión M , donde M es el plazo del préstamo y los vectores de la base tienen una simetría $SO(M)$, posibilitando la rotación de la base del espacio vectorial sin alterar la distancia entre vectores. Los resultados obtenidos son útiles para añadir grados de libertad a los sistemas de amortización usuales sin afectar la ganancia del prestamista y a su vez beneficiando al prestatario, que tiene la posibilidad de alterar la agenda de pagos al rotar la base del espacio vectorial. A su vez la descripción de los sistemas de amortización sobre espacios vectoriales permite describir nuevas amortizaciones que son superposición de los sistemas francés y alemán. A su vez, utilizando el producto tensorial de álgebras, es posible describir entrelazamiento de préstamos en donde los prestatarios pueden correlacionar sus agendas de pagos sin alterar los pagos totales.

J. S. Ardenghi, Physica A, 567, 125656 (2021). J. S. Ardenghi, European Physics Journal B, 96, 11 (2023).

Contacto: Juan Sebastian Ardenghi, jsardenghi@gmail.com

Posters

Poster ID: **ME-2**

Modelo dinámico de células madre cancerosas en leucemia

Reale M V¹, Margarit D H¹ ², Scagliotti A F² ³, Romanelli L¹ ²

¹ Instituto de Ciencias (ICI), Universidad Nacional de Gral. Sarmiento (UNGS)

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

³ Universidad Tecnológica Nacional (UTN)

Las células mieloides y linfoides son esenciales para la actividad y la defensa del organismo ante una enfermedad. Estas células sanguíneas, son generadas a partir de la diferenciación de células madre hematopoyéticas (*HSC*). Este proceso, que es llevado a cabo en los nichos de la médula ósea, se da en función a lo que el organismo demande. En esta misma línea, las células madre de leucemia (*LSC*) se originan a partir de fallas en el normal funcionamiento de una *HSC*, adquiriendo, entre otras propiedades, autorrenovación y apoptosis desregulada.

Las *LSC* están en la cima de una estructura jerárquica y pueden dividirse en células de leucemia con características diferenciadas. De igual modo que las *HSC* normales, las *LSC* precisan del nicho de la médula para su autorrenovación y su estado latente. En este trabajo, se estudia un modelo preliminar que describe la dinámica poblacional de células en un nicho de la médula ósea. Allí, se considera la diferenciación de *HSC* que dan a lugar a progenitoras multipotentes (*MPP*). Asimismo, se contemplan las consiguientes diferenciaciones de los dos tipos de precursores celulares comunes: precursor linfoide (*CLP*) y precursor mieloide (*CMP*), que luego se diferencian totalmente en linfoides (*L*) y mieloides (*M*). Además, se analiza probabilísticamente la transición de una *HSC* a *LSC*, lo que resulta determinando en la generación de células de Leucemia.

Poster ID: **ME-3**

Modelo de gas de red aplicado al dimensionamiento del tamaño de lote de pedidos

Mieras M M¹, Tobares T D¹, Ramirez Pastor A J², Iguain J L³, Sanchez Varretti F O¹

¹ Facultad Regional de San Rafael (FRSR)

² Instituto de Física Aplicada (INFAP)

³ Instituto de Investigaciones Físicas de Mar del Plata (IFIMAR)

La planificación de las operaciones y en particular el dimensionamiento del tamaño de lotes son temas de interés en las empresas de clase mundial. En este marco la Planificación de Requerimientos de Materiales plantea la necesidad de estudiar nuevas técnicas de organización. También es conocido el efecto del agru-

pamiento tanto de las tareas como de los procesos, así como de los sistemas físicos y naturales; donde las combinaciones posibles de ordenamientos de los elementos que los componen es de crucial importancia. En este trabajo tenemos como objetivo plantear un modelo teórico mediante un sistema mecánico estadístico que permita el estudio de los tamaños de lotes de pedidos. El modelo de gas de red unidimensional con interacciones laterales es isomorfo al dimensionamiento de lotes de pedidos por lo que es una herramienta válida de optimización. El cálculo de los costos asociados a los estados más probables de cada agrupamiento permitirá determinar el tamaño óptimo de los mismos. Mediante simulación computacional validaremos el modelo propuesto.

Poster ID: **ME-4**

Predictibilidad de rutas de metástasis en cáncer infantil

Margarit D H¹ ², Reale M V¹, Scagliotti A F² ³, Romanelli L¹ ²

¹ Instituto de Ciencias (ICI), Universidad Nacional de Gral. Sarmiento (UNGS)

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

³ Universidad Tecnológica Nacional (UTN)

El cáncer infantil y sus metástasis tienen un alto grado de letalidad y particularidades, por lo que es necesario estudiarlo independientemente del cáncer en adultos. El objetivo de este trabajo es modelar las rutas de metástasis de los principales cánceres infantiles mediante Cadenas de Markov. Se recopiló información estadística a nivel mundial para relevar los principales órganos afectados (sitios primarios) y aquellos donde las células cancerosas generalmente metastatizan (sitios secundarios). Teniendo en cuenta que es un proceso de ramificación, se desarrolló un gráfico dirigido y se construyeron las matrices de transición asociadas para la primera y segunda metástasis. Los órganos cuyos cánceres generalmente permanecen encapsulados y no propagan sus células cancerosas se consideran estados absorbentes en procesos de Markov. Se calculó para los sitios primarios la probabilidad de finalizar en cada uno de los estados de absorción, así como el número de posibles metástasis hasta alcanzar uno de estos estados. Por otro lado, aunque el pulmón en cáncer infantil no es un sitio primario característico, es uno de los principales sitios de metástasis secundarias. Por ello, este trabajo dedica un apartado analizando este órgano como sitio secundario.

Poster ID: **ME-5**

Elaboracion de un mapa de ruido con enfoque interdisciplinario

Navarro S I¹, Quiroga M L¹, Aguero A F¹, Abellan Lorenzo N S¹, Leguizamón G N¹, Juarez G A¹

¹ Universidad Nacional de Catamarca (UNCa), Dep. Física - Facultad de Ciencias Exactas y Na-

turales

La contaminación acústica, es uno de los grandes problemas en nuestra sociedad actual a escala mundial, presenta características que lo diferencian de otros contaminantes, es fácil de producir, necesita poca energía para ser emitido, es complejo, no deja residuos y tiene un efecto acumulativo en los daños que produce en los seres vivos. A diferencia de otros contaminantes, este se percibe solo por el oído, lo cual hace menospreciar su consecuencia, perturbando la calidad de vida. Para estudiar este contaminante, se utilizó un mapa de ruido, el cual muestra a través de la información visual, el comportamiento acústico de la distribución espacial de los niveles sonoros, referido al área geográfica en estudio. En nuestro caso, se realizó el registro de las fuentes sonoras que se producen en situaciones cotidianas, generadas por la actividad humana tanto en el entorno familiar, como en lo urbano. El objetivo fue comparar los niveles sonoros medidos, con los establecidos en las normativas vigentes. Esto se realiza en términos interdisciplinarios, necesarios para comprender y resolver problemas actuales que necesitan respuestas urgentes. La metodología empleada fue utilizar un Sonómetro UNI-T, y la aplicación disponible en dispositivo móvil, Noise Capture, para realizar las mediciones del nivel de ruido ambiental. Con los datos experimentales obtenidos, se procedió al armado de un mapa de ruido, centrado en el impacto de ruido producido por la actividad humana en los escenarios citados, donde se reconocen las relaciones entre las características físicas y las molestias que ocasionan los niveles de ruido en los seres vivos. Finalmente, se estableció un cuadro de niveles de ruido aceptables para la población, definiendo y configurando el conjunto de medidas de actuación necesarias, para hacer viable la aplicación de normativas vigentes.

Poster ID: [ME-6]

Analisis de las propiedades del operador delta fraccionario discreto

Peralta R J¹, Acevedo A D C¹, Leguizamón G N¹, Bordcoch M¹

¹ Universidad Nacional de Catamarca (UNCa), Dep. Física - Dep. Matemática - Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

La teoría del cálculo fraccionario para funciones definidas en los números naturales se encuentra en pleno desarrollo. El primer trabajo significativo en esta área se publicó a mediados de la década de 1950. Díaz y Osler publicaron un artículo en 1974 presentando un operador de diferencia fraccionaria discreta definido como una serie infinita, una generalización de la fórmula binomial para el operador de diferencia de orden N. El estudio de este operador es muy importante, ya que permitirá definir operadores derivada e integral fraccionarios discretos, los cuales serán de utilidad en la resolución de ecuaciones fraccionarias discretas. En este trabajo se pretende estudiar los operadores suma y diferencia fraccionarios, enumerar y probar las propiedades que estos cumplen y definir las composiciones entre

ambos operadores.

Poster ID: [ME-7]

El cálculo fraccionario y el operador discreto nabla

Acevedo A D C¹, Di Bárbaro E M¹, Peralta R J¹, Leguizamón G N¹

¹ Universidad Nacional de Catamarca (UNCa), Dep. Matemática - Dep. Física - Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

El Cálculo Fraccionario Discreto es una de las nuevas tendencias del Cálculo Fraccionario, desde el punto de vista teórico como de sus aplicaciones. La extensión para órdenes arbitrarios de los operadores derivados e integrales, reales y hasta complejo, son conceptos del Cálculo Fraccionario Continuo, análogamente se establecen las definiciones de diferencias y sumas para órdenes arbitrarios en el caso discreto. La derivada de orden fraccionario de una función no goza de la condición de localidad de la derivada de orden estándar, pero refleja el comportamiento global de la función involucrada, por ende, existen diferentes definiciones de operadores, que describen mejor la dinámica de sistemas complejos que no son reflejados por los sistemas locales clásicos. Esta desventaja desde el punto de vista teórico, ha encontrado sus beneficios en aplicaciones a distintas ciencias y modelizaciones, donde el caso discreto ofrece mejor ajuste sobre el continuo. En este trabajo se presentan diferencias y sumas nabla fraccionaria, propiedades de estos operadores, con el objeto de mostrar las funciones exponenciales discretas, para establecer sus transformadas de Laplace que contribuyen al desarrollo de la teoría de ecuaciones en diferencias nabla fraccionaria. La combinación de operadores nabla y delta al definir las diferencias y sumas fraccionarias juegan un papel importante en la obtención de identidades duales, las versiones modificadas de las funciones Mittag-Leffler permiten tratar mejor las diferencias con núcleos Mittag-Leffler en sus versiones discretas.

Poster ID: [ME-8]

Descripción teórico-experimental del efecto de inducción cromática

Segovia T N¹ ², Vattuone N³, Samengo I¹ ²

¹ Instituto Balseiro

² Departamento de Física Médica (CNEA)

³ Université Côte d'Azur, Inria, France

El color con el cual se percibe un determinado estímulo cambia cuando la cromatidad de su entorno varía. Este fenómeno se denomina *inducción cromática*. El cambio es tal que el contraste percibido entre el estímulo y su entorno es aún mayor que el contraste físico entre sus cromaticidades. En el presente trabajo, desarrollamos una descripción teórica de la inducción cromática como una extensión natural de los modelos desarrollados para imágenes que contienen únicamente

escalas de grises estructuradas espacialmente. El formalismo contiene un campo receptivo cromático, cuyo tamaño característico determina la escala espacial de la inducción, y probablemente refleje algún tipo de longitud promedio en las conexiones horizontales de las redes neuronales subyacentes. La capacidad de discriminara colores derivada de este modelo es óptima cuando la frecuencia espacial del estímulo es igual a la inversa de la longitud característica del campo receptivo. Diseñamos y llevamos a cabo experimentos preliminares en dos voluntarios tricrómatas. Las respuestas comportamentales obtenidas nos permitió encontrar aquella frecuencia espacial del estímulo para la cual cambios cromáticos son más fácilmente detectados. A través de este valor obtenido, concluimos que la longitud característica del campo receptivo cromático es de aproximadamente 1,8°.

Poster ID: **[ME-9]**

Oscilaciones neuronales, sincronización y ritmos en el canto de aves

Amador A^{1 2}, Boari S^{1 3}, Mindlin G B^{1 2}

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

² Instituto de Física Interdisciplinaria y Aplicada (ex INFIP) (INFINA), CONICET

³ Instituto de Física de Buenos Aires (IFIBA)

La producción del canto de aves es una actividad motora compleja que surge de la interacción entre los sistemas nerviosos central y periférico, con el cuerpo y el medio ambiente. Las similitudes con el habla humana, tanto en la producción como en el aprendizaje, han posicionado a las aves oscinas como modelos animales de gran utilidad para estudiar esta habilidad motora aprendida. En este trabajo mostraremos registros neuronales que realizamos en nuestro laboratorio en una región del cerebro de canarios (*Serinus canaria*) donde ocurre una integración sensori-motora, mostrando la presencia de oscilaciones bien definidas en los potenciales de campo locales (LFP, por sus siglas en inglés), que están sincronizados en regiones amplias del núcleo neuronal estudiado, incluso observándose ejemplos de sincronización en ambos hemisferios del cerebro. Interesantemente, estas oscilaciones también se encuentran sincronizadas al ritmo del canto del ave. Finalmente mostraremos que existe una correspondencia entre los potenciales de campo locales, la actividad de neuronas agrupadas y actividad de neuronas individuales dentro de la misma región del cerebro.

Poster ID: **[ME-10]**

Producción de *CO₂* de *Saccharomyces cerevisiae* en presencia de campos magnéticos continuos y variables, de tipo senoidal y PLFM

Baigorria J B¹, Pepe Weigel E C¹, Gonzalez Burnet C M¹, Castillo Deblasi J L¹, Petersen Cruceño F G², Makinitian L^{1 3}

¹ Universidad Nacional de San Luis (UNSL), Facultad de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales (FCFMMyN), Departamento de Física

² Universidad Nacional de San Luis (UNSL), Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia (FQBF), GIDACER

³ Universidad Nacional de San Luis (UNSL), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Instituto de Física Aplicada (INFAP)

En la literatura se han reportado efectos de los campos magnéticos (CM) en el metabolismo de la levadura *Saccharomyces cerevisiae*, conocida como “levadura del pan”. En este trabajo se expusieron dichas levaduras a un CM vertical constante de 50 μT solo (“control”) o superpuesto a un CM variable (“tratamiento”), el cual fue de dos tipos: campos senoidales y campos del tipo *phase – locked frequency modulated* (PLFM) [Makinstian, 2019. Scientific Reports 9: 7478]. Para ambas formas de onda se variaron de igual manera los valores de frecuencia y amplitud, de modo de poder comparar pares de experimentos en los que lo único diferente fuera la forma de onda. El objetivo fue analizar la respuesta de la actividad fermentativa de la levadura *S. cerevisiae*, específicamente su producción de CO_2 en función del tiempo, en experimentos de 10 minutos. Los mismos se realizaron al menos por triplicado, reportándose un total de más de 150 experimentos. En una serie inicial de experimentos, dejando fijo el CM continuo de 50 μT , y en ausencia de campo variable, se determinaron la temperatura, la cantidad de nutriente (sacarosa) y la masa que se utilizarían en todos los experimentos con campos variables: 27°C, 20 g/l, y 1.0 g, respectivamente. Para controlar las tres componentes espaciales del CM, se empleó un sistema de bobinas triaxiales. En un primer análisis comparativo entre la condición de “control”, funciones senoidales y señales PLFM, se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre algunas exposiciones a campos variables (tanto senoidales como PLFM) respecto al “control”, así como también entre algunas exposiciones senoidales respecto a las PLFM correspondientes (misma amplitud y misma frecuencia). Nuestros resultados, preliminares y pendientes de un escrutinio minucioso, indican que la exposición a campos de la forma PLFM fue más efectiva que la exposición a campos de forma senoidal, particularmente aumentando la actividad de CO_2 significativamente en la mayoría de los casos estudiados. Estos resultados despiertan un interés en la exposición de levaduras, y eventualmente otros organismos vivos, a tales campos.

Poster ID: ME-11

Estudio microscópico de la propagación de una enfermedad mediante redes complejas de mundo pequeño

Cornes F E^{1 2}, Benitez H¹, Frank G A^{2 3}, Dorso C O^{1 2}

¹ Universidad de Buenos Aires (UBA)

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

³ Universidad Tecnológica Nacional (UTN)

Se realizó un estudio microscópico de la propagación de una enfermedad en redes que incorporan propiedades interesantes desde el punto de vista de las estructuras de una ciudad. Se eligieron redes random, redes libres de escala [1] y se consideró en ellas al menos una comunidad fuertemente conectada (haciéndolas heterogéneas). Las redes fueron caracterizadas básicamente por su camino mínimo medio, por el grado de los nodos y la estructura de comunas [1]. Las comunas fueron evaluadas mediante el método propuesto por Newman [2].

Además, las redes cumplen otra condición: tienen estructura familiar, es decir, la estructura es creciente según: un clique de 4 individuos representando a una familia, un conjunto de familias ligadas formando una manzana, las manzanas se combinan para formar un barrio, etc. (modelo del Cavernario [3]).

Se observó que la enfermedad se propaga mucho más rápido en la red libre de escala que en la random (para la misma probabilidad de contagio). Sin embargo, notamos que la cantidad final de infectados es similar para las dos probabilidades analizadas. Por otro lado, la inclusión de una región más densamente conectada respecto al resto de la ciudad cataliza la propagación de la enfermedad en escenarios de baja probabilidad de contagio (característica de la propia enfermedad).

[1] Networks, M. E. J. Newman, Oxford University Press (2010)

[2] Detection of community structures in networks via global optimization, A Medus, G Acuña, CO Dorso, Physica A: Statistical Mechanics and its Applications 358 (2-4), 593-604

[3] Duncan J. Watts “Small World”, Princeton University Press.(2003)

[4] COVID-19 spreading under containment actions, FE Cornes, GA Frank, CO Dorso Physica A: Statistical Mechanics and its Applications 588, 126566

[5] Cycle strategy of lockdown and economic activity during the pandemic covid-19, FE Cornes, GA Frank, CO Dorso Anales Afa, 150-156

Poster ID: ME-12

Formación de núcleos atómicos en el contexto de potenciales no-separables

Frank G^{1,2}, Pedace G², Dorso C³

¹ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

² Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN)

³ Instituto de Física de Buenos Aires (IFIBA)

La investigación se enfoca en el contexto de potenciales nucleares clásicos, capaces de emular el “principio de exclusión de Pauli”. Basado en el potencial propuesto por Dorso et al. (*Phys. Lett. B* 188(3),287 (1987)) se abordó el estudio de la formación de núcleos usando tanto métodos estocásticos (*i.e.* Metropolis Monte-Carlo y Creutz) como de dinámica molecular (MD). Este último presentó el mayor in-

terés por su aplicabilidad en el estudio de colisiones nucleares. Todos los métodos replicaron adecuadamente las energías nucleares experimentales, más allá de un margen de error. Además, se observó que la introducción de la “exclusión de Pauli” (de manera semi-clásica) provoca estructuras “entrelazadas” de protones y neutrones (para los núcleos explorados). Ambas especies quedan “ligadas” en una única estructura estable tipo body centered cubic (BCC). Sin embargo, los momentos (módulo) cambian con la distancia al centro de masa del núcleo atómico (para los núcleos explorados). Arribamos a la conclusión que los momentos de mayor magnitud se encuentran en el interior del núcleo, donde hay mayor cantidad de ligaduras NP y, en consecuencia, mayor posibilidad de energías cinéticas elevadas. Por el contrario, el balance entre las energías de ligadura y la repulsión de Pauli de la corteza solo admite bajas energías cinéticas, es decir, menores momentos (en módulo). En cuanto a la orientación de los momentos entre vecinos, se concluyó que los nucleones de la misma especie nunca se encuentran completamente alineados. El ángulo que forman entre sí presenta un umbral mínimo, por debajo del cual la repulsión de Pauli excedería los niveles compatibles con la estabilidad del núcleo (energías netas negativas).

Poster ID: [ME-13]

Mecánica estadística de modelos de intercambio de riquezas sobre redes aleatorias

Vazquez N^{1,2}, Perotti J I^{1,2}

¹ Instituto de Física Enrique Gaviola (IFEG)

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

En las últimas décadas, diversos modelos inspirados en la teoría cinética de gases han sido introducidos a la econofísica para entender la fenomenología detrás de la distribución de riquezas en una sociedad [1]. En particular, una variación del modelo de venta de garage o “Yard Sale Model” (YSM) recientemente introducida por Boghosian resulta interesante, porque ajusta distribuciones de riquezas de diversos países y presenta una transición de fase continua entre un estado de riqueza distribuida y un estado condensado en donde un número microscópico de agentes acumulan una fracción macroscópica de las riquezas (oligarquía) [2]. En una primera etapa, el trabajo se centra en reproducir resultados análogos a los de Boghosian. En particular, se estudian los distintos casos límites: el estado condensado, el estado estacionario con distribución de Pareto y la transición de fase. Se incluyen tiempos de condensación, termalización y de decorrelación. Teniendo en cuenta que Boghosian estudió el modelo sobre una red totalmente conectada, en una segunda etapa se extiende el estudio considerando redes de interacciones más realistas [3]. Específicamente, se consideran redes aleatorias de Erdös-Rényi, y se analiza cómo las características de los distintos casos límite dependen de la conectividad global de la red. Además, a nivel microscópico, se investiga la probabilidad

de que un agente acumule riquezas en función de su conectividad. Finalmente, resultados preliminares obtenidos con simulaciones sobre redes empíricas sugieren que los agentes que acumulan riquezas no interaccionan entre sí. Nuestro trabajo contribuye a profundizar la comprensión del fenómeno de distribución de riquezas sobre topologías complejas.

- [1] B. K. Chakrabarti, A. Chakraborti, S. R. Chakravarty, and A. Chatterjee. *Econophysics of income and wealth distributions*. Cambridge University Press, 2013.
- [2] B. M. Boghosian, A. Devitt-Lee, M. Johnson, J. Li, J. A. Marcq, and H. Wang. Oligarchy as a phase transition: The effect of wealth-attained advantage in a fokker-planck description of asset exchange. *Phys. A*, 476:15–37, 2017.
- [3] M. E. J. Newman. *Networks: An Introduction*. Oxford University Press, 2010.

Poster ID: **ME-14**

Comportamiento crítico de un modelo neuronal definido en una red de Watts-Strogatz generada a partir de una red cuadrada

Molina M F¹, Cannas S A²

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

² Instituto de Física Enrique Gaviola (IFEG), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

Analizamos el comportamiento crítico de un modelo de Greenberg-Hastings, definido sobre una red de Watts Strogatz (WS) obtenida mediante reconexión aleatorio de una red cuadrada con condiciones periódicas de contorno (toro) y grado k , para valores desde $k = 4$ (primeros vecinos) hasta $k = 49$ (séptimos vecinos). El modelo consta de neuronas artificiales de tres estados (quiescente, excitado y refractario) definidas sobre una red y con una dinámica excitable. Siguiendo los lineamientos del trabajo realizado en [1] (red de WS generada a partir de un anillo) se analiza la estadística de clusters de neuronas activadas simultáneamente. Variando k y la probabilidad de reconexión π , comparamos los resultados con los obtenidos en [1], a fin de analizar la influencia de la dimensionalidad de la red de base sobre las propiedades críticas de este sistema.

[1] Universal and non universal neural dynamics on small world connectomes: a finite size scaling analysis, M. Zarepour, J. I. Perotti, O. V. Billoni, D. R. Chialvo and S. A. Cannas, Physical Review E 100,052138 (2019)

Poster ID: **ME-15**

Distribuciones de retorno asociadas a un modelo de

opinión

Domenech M J¹, Menchón S A^{2 1}

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 los modelos clásicos de Ehrenfest y del votante se consideran dos urnas y un número finito de N elementos rotulados del 1 al N . En el modelo de Ehrenfest, a cada paso temporal se sorteá un número del 1 al N y el elemento con el rótulo sorteado se cambia de urna. En el modelo del votante, se sortean dos números del 1 al N y los elementos con los rótulos sorteados son colocados en la urna del primer elemento sorteado. En nuestro trabajo consideramos un modelo de opinión, que puede ser visto como una combinación de los dos anteriores, donde cada urna representa una opinión y cada elemento un individuo. En particular, en cada paso temporal se realiza un paso de Ehrenfest con probabilidad α o un paso del votante con probabilidad $1 - \alpha$, de esta manera hay una probabilidad no nula de cambio de opinión sin la necesidad de interacción. Esta propiedad hace que los estados de consenso dejen de ser absorbentes y el estado con igual cantidad de individuos en cada urna, (estado polarizado), sea el estado de equilibrio del sistema si $\alpha > \frac{1}{N}$. Definiendo el tamaño de avalancha como la cantidad de pasos necesarios para volver al estado de equilibrio por primera vez, se puede observar que su distribución tiene un comportamiento asintótico del tipo ley de potencias para N grande. En este trabajo estudiamos el comportamiento de la distribución de retornos definida como la distribución de probabilidad de que dos avalanchas consecutivas difieran en una cantidad Δ de pasos y asociamos a la misma una posible distribución del tipo q-Gaussiana.

Poster ID: ME-16

Difusión de Partículas Balísticas en una Dimensión con Interacción Hard-Core

Centres P M¹, Manzi S J¹, Pereyra V D², Bustingorry S³

¹ Instituto de Física Aplicada (INFAP)

² Instituto de Matemática Aplicada San Luis (IMASL)

³ Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA)

El movimiento unidimensional de partículas que interactúan entre sí es un problema desafiante, ya que la correlación entre partículas puede inducir efectos colectivos no triviales. Sin embargo, a diferencia del caso SFD, el movimiento balístico puro de partículas en fila ha recibido menos atención. En este estudio, se analiza la difusión de discos duros utilizando un esquema numérico de Monte Carlo continuo adaptativo. La dinámica se investiga en función del tamaño de las partículas, el tamaño del sistema y el número de partículas. El desplazamiento cuadrático

medio presenta tres regímenes correspondientes a efectos independientes de movimiento, movimiento colectivo y tamaño finito. Se analizan estos regímenes y los tiempos de cruce entre ellos, y se presentan en analogía con los observados en el problema de difusión en una fila unica.

Poster ID: [ME-17]

Fricción y triboquímica en monocapas moleculares: dependencia de la velocidad de reacción con la longitud de las moléculas

Manzi S J^{1,2}, Perez E J², Centres P M^{1,2}, Furlong O J^{1,2}

¹ Instituto de Física Aplicada (INFAP)

² Universidad Nacional de San Luis (UNSL)

Existe un gran número de sistemas que involucran interfaces sólidas deslizantes que se lubrican mediante la adsorción de especies químicas sobre las superficies involucradas [1]. A su vez, las monocapas autoensambladas (SAMs) son consideradas sistemas modelo para modificadores de fricción [2], por lo que el estudio tribológico de SAMs ha cobrado importancia. Por otro lado, la aplicación de fuerzas mecánicas sobre especies moleculares puede dar lugar a reacciones químicas (mecanoquímicas/triboquímicas), por lo que deben ser tenidas en cuenta al estudiar el mecanismo de lubricación presente. Presentamos la extensión de un modelo de fricción molecular para SAMs basado en el modelo de Prandtl-Tomlinson [3], permitiendo incorporar reacciones químicas en el mecanismo de fricción y evaluar la dependencia de la velocidad de reacción con la longitud de las cadenas de las SAMs [4]. Los resultados del modelo predicen una disminución en la velocidad de reacción con el aumento de la longitud de las cadenas, en concordancia con resultados experimentales.

[1] H. Adams et al., Tribology Letters 62:12 (2016) DOI:10.1007/s11249-016-0664-0

[2] M.I. De Barros Bouchet et al., RSC Advances 7:33120 (2017) DOI:10.1039/c7ra02926h

[3] K. Hou et al., Tribology Letters 70:66 (2022) DOI:10.1007/s11249-022-01609-z

[4] O.J. Furlong et al., Tribology Letters 71:86 (2023) DOI:10.1007/s11249-023-01757-w

Poster ID: [ME-18]

Self-tuned criticality: Controlling a neuron near its bifurcation point via temporal correlations

Aguilar Trejo E J^{1,2}, Camargo S^{1,2}, Martin D A^{1,2}, Chialvo D R^{1,2}

¹ Universidad Nacional de Gral. San Martín (UNSAM)

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

A wide range of results over the last decade suggest that the brain large-scale dynamic can be associated with critical phenomena [1]. The hallmark properties of

critical dynamics include scale invariant correlations in space and time, which can be used to self-adjust a given system to the vicinity of its critical point. We have shown that in the 2D Ising model, the 3D Vicsek flocking models and in spiking neural networks models [2]. The same scheme is used here to self-tune a single neuron excitability its the bifurcation point, demonstrating how the dynamics of a single neuron can be controlled at limit cycles or at fixed points. The results show how by changing the control parameter according to the first autocorrelation coefficient, the system self-regulate itself to its most sensitive point corresponding to the bifurcation point. It is expected that these results are relevant to neuronal homeostasis of real neurons, since they replicate well in two type of neuronal models: a two-dimensional difference equation model of excitable neurons [3] and the FitzHugh-Nagumo model [4].

- [1] D.R. Chialvo, Emergent complex neural dynamics Nature Physics 6, 744–750, 2010
- [2] Chialvo, D., Cannas, S., Grigera, T., Martin, D. & Plenz, D. Controlling a complex system near its critical point via temporal correlations. Scientific Reports. 10, 12145 (2020)
- [3] Chialvo, D. Generic excitable dynamics on a two-dimensional map. Chaos, Solitons & Fractals. 5, 461-479 (1995)
- [4] Moraes, J., Trejo, E., Camargo, S., Ferreira, S. & Chialvo, D. Self-tuned criticality: Controlling a neuron near its bifurcation point via temporal correlations. Physical Review E. 107, 034204 (2023)

Poster ID: **ME-19**

Oscilación de multitudes en recintos cerrados

Lupi Casale C L¹, Vidales A M^{1,2}, Uñac R O^{1,2}

¹ Universidad Nacional de San Luis (UNSL), Facultad de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales (FCFMMyN), Departamento de Física

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Instituto de Física Aplicada (INFAP)

El interés por el comportamiento de las multitudes desde el punto de vista físico ha ido en aumento en los últimos años. A raíz de las tragedias ocurridas en eventos masivos es que buscamos comprender el comportamiento de las multitudes en diversos escenarios y ante determinados estímulos. El estudio del comportamiento de las multitudes aborda muchos aspectos y variables, ya que estamos hablando de seres humanos cuyos deseos y condiciones socioculturales afectan en gran medida a su comportamiento como conjunto. Es por ello que para obtener resultados claros y concisos en lo que concierne al movimiento colectivo de personas debemos trabajar de manera interdisciplinaria, integrando tanto la física

como la sociología, psicología o la ingeniería. En esta investigación nos abocamos a caracterizar el comportamiento de las multitudes desde un punto de vista físico. Limitamos nuestro estudio a personas moviéndose en un espacio plano cerrado, intentando alcanzar un punto central. Por simplicidad, observamos los fenómenos por medio de una simulación en dos dimensiones en el entorno de programación Processing. En nuestra simulación definimos a cada agente como un círculo de radio R cuyo movimiento está determinado por tres interacciones claves: 1. La interacción de los cuerpos con las paredes. En la simulación esto significa que si uno de los agentes choca con el borde del recinto, será impulsado especularmente en sentido contrario (rebote). 2. La interacción entre los cuerpos. Esto se modela a partir de una fuerza radial repulsiva que aparece cuando dos agentes se solapan un 15 % de su diámetro. Este solapamiento busca representar la deformación del cuerpo humano cuando se somete a un entorno multitudinario. 3. La atracción de los cuerpos hacia un centro. Establecemos una fuerza radial igual para todos los agentes que los atrae desde su posición inicial al centro de la pantalla. Con estas reglas de interacción básicas, observamos que el conjunto presenta un movimiento periódico si mantenemos constante la cantidad de agentes y estos intentan ocupar simultáneamente el mismo punto atractor. Es justamente este movimiento periódico el que buscamos caracterizar en nuestra investigación. En este trabajo buscamos comprender el origen físico del movimiento periódico observado tanto en nuestra simulación como en experimentos llevados a cabo con multitudes reales, en los cuales se ha visto oscilar unidimensionalmente a un grupo numeroso de personas que intenta atravesar una abertura estrecha.

Poster ID: **ME-20**

Naturaleza de la transición de fase en una red adaptativa con unidades caóticas

Plüss R¹, Gleiser P M¹

¹ „Instituto tecnológico de Buenos Aires

En analogía con el concepto de genoma, Olaf Sporns y Patric Hagmann crearon en el año 2005 el término conectoma, para referirse al mapa de las conexiones neuronales en el cerebro [1]. La idea fundamental de este concepto es que para entender la dinámica del cerebro primero es necesario caracterizar el sustrato neuronal, definiendo las unidades (que pueden ser neuronas individuales o grupos de neuronas) y sus enlaces físicos (conexiones entre neuronas o entre regiones del cerebro). De esta forma pueden analizarse cómo emergen diferentes estados funcionales a partir de un sustrato dado y cómo estos estados se ven afectados cuando se modifica el sustrato [2].

Para estudiar la relación entre la estructura de red y la dinámica de los nodos, Gong y Van Leeuwen [3] propusieron un modelo de red adaptativa. En este

modelo una red de unidades dinámicas, inicialmente acoplada de forma aleatoria se adapta reconfigurando las conexiones de acuerdo a la coherencia entre las unidades dinámicas [4][5]. Para elegir como modificar sus conexiones, los nodos comparan los valores de sus estados dinámicos entre sí. La regla dinámica permite modificar conexiones de la red favoreciendo conexiones entre nodos que tienen estados más próximos. Gong y Van Leeuwen observaron la presencia de dos fases. En la primera fase, cuando el acoplamiento entre las unidades dinámicas es muy débil, la red permanece con estructura aleatoria. En la segunda fase, cuando los valores del acoplamiento son grandes, la red aleatoria evoluciona hacia una red de mundo pequeño gracias a la sincronización de las neuronas en la red [6].

En el trabajo final de Licenciatura en Física de R. Plüss [7] se caracterizó la transición entre estas dos fases. Se encontró que el valor de acoplamiento crítico varía dependiendo de la cantidad de conexiones del sistema. Luego, se caracterizó esta transición de fase mediante la matriz de adyacencia de la red, lo que permitió establecer la relación entre la estructura de la red y los estados dinámicos. Además, se estudió la estructura de comunidades utilizando el algoritmo de Louvain [8]. Esto permitió establecer la relación entre las comunidades de la red y los clusters de nodos sincronizados.

La caracterización de la transición entre las dos fases reveló que para altos valores de conexiones en el sistema la naturaleza de la transición cambia de una transición de fase discontinua a una transición continua. Estos resultados se presentan en dos diagramas de fases del sistema, esto es, un diagrama de fase de la transición de los estados dinámicos, y otro de la transición de estructura de la red.

- [1] O. Sporns. The human connectome: Origins and challenges , Neuroimage 80, 53-61, (2013).
- [2] P. M. Gleiser y V. I. Spoormaker, Phil. Modeling hierarchical structure in functional brain networks. Trans. of the Royal Soc. A. 368, 1-12, (2010).
- [3] P. Gong . and C. van Leeuwen. Evolution to a small-world network with chaotic units. ELP 67 (2004) 328.
- [4] P. M. Gleiser and D. H. Zanette. Synchronization and structure in an adaptive oscillator network. Eur. Phys. J. B. 53 (2006) 233-238.
- [5] I. J. Gomez Portillo, P. M. Gleiser. An Adaptive Complex Network Model for Brain Functional Networks. PLoS ONE 4(9): e6863.
- [6] Watts D. J. and S. H. Strogatz. Collective dynamics of ‘small-world’ networks. Nature, 393 (1998) 440.
- [7] R. Plüss and P. M. Gleiser. Trabajo final de la Licenciatura en Física: Dinámica

y estructura en redes neuronales adaptativas. Universidad Nacional de Rosario. Argentina, (2022).

[8] V. D. Blondel, J.L. Guillaume, R. Lambiotte y E. Lefebvre. Fast unfolding of communities in large networks. *Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment.* (10), P10008, (2008).

Poster ID: **ME-21**

Diseño y construcción de un dispositivo experimental para el estudio del condicionamiento pavloviano en humanos

Novakovsky L¹, Pajoni J¹, Fernández R E², Bavassi L²

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

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Universidad de Buenos Aires (UBA), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN), Instituto de Fisiología, Biología Molecular y Neurociencias (IFIBYNE), Laboratorio de Neurociencias de la Memoria. Buenos Aires, Argentina

El condicionamiento pavloviano es un tipo de aprendizaje que intenta caracterizar las asociaciones entre estímulos, lo que permite al individuo formular predicciones y en consecuencia adaptarse al ambiente. Este condicionamiento es sumamente estudiado ya que es considerado un comportamiento adaptativo en una amplia variedad de animales, incluidos los humanos [1]. En este trabajo se diseñó y construyó un dispositivo que permite desarrollar experimentos de un tipo de condicionamiento clásico denominado sobresalto potenciado por el miedo, donde el estímulo es aversivo y genera una respuesta rápida y defensiva en los individuos. En este caso, los estímulos consisten en un tono y un soprido de aire que generan un cambio en la intensidad de parpadeo como respuesta incondicionada [2][3]. Utilizando el dispositivo construido, se cuantificó la respuesta implícita evocada en función tanto de la intensidad y frecuencia del tono como de las propiedades del flujo del aire para un protocolo asociativo de caras.

[1] Picco, S. (2018). *Condicionamiento de miedo y ansiedad en humanos: como se ven afectados los sistemas cognitivos-conductuales.* Tesis de Licenciatura, Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Departamento FBMC.

[2] Blumenthal, T. D., Cuthbert, B. N., Filion, D. L., Hackley, S., Lipp, O. V., & Van Boxtel, A. (2005). Committee report: Guidelines for human startle eyeblink electromyographic studies. *Psychophysiology*, 42(1), 1-15.

[3]Díaz, F. & Trebisacce, C. (2008). *Desarrollo de un sistema de adquisición de señales electromiográfico integrado a un estimulador para el estudio del Eye-*

blink Conditioning en pacientes en estado de mínima conciencia y anestesiados.
Universidad Favaloro, Facultad de Ingeniería y Ciencias Exactas y Naturales.

Poster ID: ME-22

Dinámica pupilar en humanos: reactividad directa, consensual y acomodativa

Rosas C¹, Meo M^{1 2}, Iaconis F^{1 2}, Gasaneo G^{1 2 3}

¹ Universidad Nacional del Sur (UNS), Departamento de Física, 8000 Bahía Blanca, Argentina

² Instituto de Física del Sur (IFISur), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), 8000 Bahía Blanca, Argentina

³ Centro Integral de Neurociencias Aplicadas, 8000 Bahía Blanca, Argentina

Desde el descubrimiento de las células ganglionares como receptores fotosensibles de la retina, ha aumentado significativamente el interés por la pupilometría, el estudio de la dinámica pupilar. Las aplicaciones del relevamiento del tamaño de la pupila y su cambio de reactividad han crecido por sus capacidades diagnósticas, no solo en oftalmología sino también en campos vinculados a la psicología cognitiva y la medicina, entre muchos otros. La activación refleja de la pupila a la luz puede ser utilizada, por ejemplo, para predecir la integridad del sistema nervioso autónomo. La actividad pupilar ha sido empleada en psicología como indicador psicofisiológico del procesamiento cognitivo y emocional. La pupilometría ha intervenido en estudios clínicos de observación y terapia, como la terapia génica de las degeneraciones retinianas hereditarias y la psicopatología. Es por esto que en este trabajo queremos analizar la dinámica pupilar mediante recursos de eye tracking. Nos proponemos explorar la dinámica en procedimientos que generalmente son realizados por optómetras, oftalmólogos y médicos de manera estimativa. Buscamos caracterizar esa dinámica convirtiéndola en una serie de indicadores cuantitativos.

La pupila reacciona diferentemente a estímulos que pueden variar en tamaño, luminosidad, duración y longitud de onda. Pueden ser desde un pulso de milisegundos hasta una imagen compleja. Se ha establecido un estándar de las variables a tener en cuenta en la metodología como las condiciones del paciente, edad, si tiene o no un defecto refractivo, así como también la iluminación del lugar de estudio, la intensidad lumínica del estímulo y las horas del día en las que debe realizarse para finalizar con resultados confiables. Dada dicha variabilidad, es importante entender la dinámica de manera de poder definir cuantificadores que sean capaces de distinguir información relevante dentro del marco de tal complejidad. Para concretar nuestros estudios, se registró el cambio en el tamaño de la pupila a una serie de sujetos, de entre 18 y 50 años de edad, bajo diferentes condiciones de experimentación. Se le invitó a los sujetos de experimentación a mirar una cruz en el centro de una pantalla ubicada a 60 centímetros de sus ojos. En distintas circunstancias se iluminaron ambos ojos con pulsos de luz de distinta intensidad

y duración mientras se registraba el tamaño de la pupila. Los estímulos luminosos fueron generados mediante un arreglo de LEDs, al cual se les controló la intensidad lumínica y la duración mediante un arduino nano. El registro del tamaño de las pupilas se realizó utilizando un eye tracker Gazepoint GP3, a una frecuencia de muestreo de 60 Hz.

Durante el experimento se fueron sucediendo pulsos espaciados temporalmente de manera de permitir a la pupila su estabilización. Luego se presentaron pulsos cortos a intervalos temporales que impiden la estabilización de la pupila. Finalmente se implementó otra serie de experimentos en los cuales el estímulo se presentó en uno de los ojos y se evaluó la reactividad de la pupila no estimulada. Cada uno de los experimentos se repitió 10 veces de manera de analizar distintas situaciones. El estudio nos permitió cuantificar la reactividad conjunta, sus tiempos de reactividad y las diferencias entre ojos en sujetos normotípicos. Por otro lado, en el caso de la estimulación de un ojo y el análisis del otro, permitió caracterizar cuantitativamente la reactividad consensual en sujetos normo-típicos.

Poster ID: [ME-23]

Construcción de sistema closed-loop para el control de la velocidad y aceleración en la locomoción de roedores

Mastronardi C², Zurdo A², Benas S¹ ², Kropff E¹

¹ Fundación Instituto Leloir (FIL), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), : Laboratorio de Fisiología y Algoritmos del Cerebro

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

El control estricto de la velocidad de locomoción en roedores ha permitido realizar avances en la comprensión del GPS del cerebro de los mamíferos. En particular, resultados preliminares sugieren que la aceleración deforma la métrica espacial utilizada por los mamíferos para estimar distancias recorridas. Dichos resultados fueron obtenidos mediante el estudio de la locomoción de roedores en una pista lineal [1][2], donde los cuales estaban confinados en un carro sin piso controlado por un motor. A raíz de estos hallazgos, este trabajo tiene el objetivo de realizar una nueva pista en forma circular que permita realizar recorridos más largos utilizando menos espacio. Para ello se utilizó un motor DC alimentado con una señal PWM.

A partir de las mediciones dadas por el sensor, se caracterizó la velocidad en relación al voltaje dado por un PWM fijo obteniéndose la región de comportamiento lineal del motor. Esto permitió realizar un sistema closed-loop para el control a tiempo real de la velocidad y de la aceleración del motor a través de un lazo PI. Se midió la velocidad en función del voltaje generado por el PWM variable dado por el lazo; se compararon dichas mediciones con los resultados obtenidos para el seteo de la velocidad con PWM constante. Se encontraron comportamientos

similares en la dispersión de cada velocidad seteada. Sin embargo, se concluyó que el lazo PI permite fijar la velocidad incluso en casos de corriente variable, es decir, cuando hay torque en el motor (que podría estar dado por los roedores). Otra ventaja del lazo PI es la posibilidad de configurar una aceleración constante, lo cual no es posible mediante el control directo del PWM. De este modo, se obtuvo el rango de velocidades y de aceleraciones necesario para el experimento con roedores.

A partir de esto, se realizaron pruebas utilizando ratas Long Evans y se optimizaron las distintas partes del experimento en base a los resultados obtenidos.

[1] Kropff, Emilio, et al, Speed Cells in the Medial Entorhinal Cortex, *Nature*, vol. 523, no. 7561, 2015, pp. 419–424., doi:10.1038/nature14622.

[2] Kropff, Emilio, et al. (2021), Frequency of theta rhythm is controlled by acceleration, but not speed, in running rats, *Neuron* 109.6: 1029-1039.

Poster ID: [ME-24]

Descripción de un ecosistema simple que sufre fragmentación mediante un SMA

Sánchez C M^{1,2}, Bustos N C², Brusa D H^{1,2}, Ré M A^{1,2}, Britch J^{1,2}

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

² Universidad Tecnológica Nacional (UTN), FRC

En este trabajo presentamos un sistema multi-agente que consiste en tres especies diferentes, representando un ecosistema con alimento, un consumidor primario (o presa) y otro secundario (o depredador).

Dada una situación inicial se analiza la evolución del sistema, la llegada a estados estacionarios, la posibilidad de extinción y la reacción ante intervenciones del terreno generando fragmentación. Analizamos las relaciones necesarias entre las poblaciones para la coexistencia de las diferentes especies.

Para ello corrimos realizaciones de un modelo de simulación con interacción entre los agentes, implementado en Matlab, que es una mejora respecto de un trabajo anterior [1].

Los agentes tienen asignadas diferentes características. El agente alimento tiene masa, radio, y posición. La masa es consumida por los consumidores primarios y tiene una tasa de crecimiento. Los consumidores primarios tienen asociado: masa, posición, velocidad de movimiento, pueden tener crías y mueren cuando son atrapados por los depredadores. Los depredadores tienen una estructura un poco más compleja: masa, posición, velocidad, edad, sexo y familia. Las hembras pueden estar preñadas y luego tener camada de crías. Cazan agentes presas para vivir y mueren de hambre si no consiguen alimento suficiente.

[1] N.C. Bustos, C. M. Sánchez, D. H. Brusa, M. A. Ré, J. Britch, Revista Tec-

nología y Ciencia, Mayo-Agosto 2023, Año 21 N° 47.

Poster ID: [ME-25]

Efecto de la resonancia estocástica inversa en sistemas biológicos inducida por ruido aditivo y multiplicativo

Cerato I J¹, Di Domenico G¹, Martinez N^{1 2}, Alés A¹

¹ Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMDP), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN)

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

Los sistemas naturales se encuentran sometidos a numerosas variables que, cuando fluctúan rápidamente, pueden ser consideradas del tipo estocástico o, simplemente, como ruido que es introducido en los modelos físicos como externo (considerado ruido aditivo) o interno (ruido multiplicativo), si la intensidad efectiva del mismo depende de los estados del sistema. Particularmente, el interés por entender el comportamiento de sistemas biológicos estimulados por ruido se ha visto reforzado recientemente al ser reportado que las células de Purkinje, pertenecientes a la corteza cerebelosa, exhiben un comportamiento biestable con supresión de la tasa media de disparo cuando la intensidad de ruido es moderada [1]. Este fenómeno es conocido como *resonancia estocástica inversa* (ISR, por sus siglas en inglés) [2]. Estos comportamientos se deben al *congelamiento* (quenching) de la distribución inicial para ruido débil, en sistemas biestables. Para comprender mejor el mecanismo subyacente por el cual tienen lugar los fenómenos ISR, nos basamos en trabajos recientes de este modelo de una variable sujeta a ruido aditivo [2-3] proponiendo la inclusión de un ruido multiplicativo de pequeña intensidad [4]. Los resultados analíticos y numéricos que se presentan en este trabajo nos permiten caracterizar el comportamiento de ISR para distintos tiempos en función a las intensidades de ruido aditivo y multiplicativo y observar la evolución del sistema hacia una situación estacionaria a partir de una condición inicial dada

[1] A. Buchin, et al, PLoS Comput. Biol. 12, e1005000 (2016).

[2] J. J. Torres, et al. Nonlinear Sci. Numer. Simulat. 80, 104975 (2020).

[3] N. Martínez, et al, Phys. Rev. E, 107(5), 054402 (2023).

[4] Z. Qiao et al . Phys. Rev. E, 94(5), 052214.(2016)

Poster ID: [ME-26]

Dinámica de unidades de información en el medio digital

Mildiner A¹, Balenzuela P^{1 2}, Trevisan M A^{1 2}

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

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

Para entender la dinámica de la información en los medios digitales es necesario definir objetos que permanezcan relativamente intactos en el flujo de información. Las citas textuales son ideales para este fin. En [1] los autores proponen un algoritmo determinista para detectar *memes*, frases entrecerrilladas asociadas a una misma cita textual en medios masivos y blogs.

En este trabajo usamos una batería de herramientas de procesamiento de lenguaje natural (NLP) como alternativa para detectar memes. Los resultados obtenidos son comparables con los del algoritmo determinista y permiten independizarse de la búsqueda restringida a citas entrecerrilladas en los textos digitales, aumentando el volumen de datos disponibles.

Nuestro grupo propuso recientemente un modelo dinámico de baja dimensión que permite ajustar la evolución temporal de los memes tanto en los medios masivos de comunicación como las repercusiones en redes sociales. Con las nuevas formas de encontrar memes, construimos series temporales en medios argentinos para explorar hasta qué punto el modelo se ajusta a datos masivos en otro idioma y en otro contexto digital.

[1] Jure Leskovec, Lars Backstrom, and Jon Kleinberg. "Meme-tracking and the Dynamics of the News Cycle". (2009). In: Proceedings of the 15th ACM SIGKDD international conference on Knowledge discovery and data mining June. pages: 497–506

Poster ID: ME-27

Entropía de transferencia de la información en registros de pacientes con epilepsia refractaria

Miceli F¹, Granado M¹, Martínez N², Montani F¹

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

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

Para caracterizar la dinámica no lineal de una red neuronal que conecta dos sistemas estocásticos, es necesario conocer el flujo de información que las conecta. Una herramienta estadística comúnmente usada en estos estudios es la información mutua que hay entre los sistemas. Si a dicha medida se le añade un desplazamiento temporal, se pueden estudiar probabilidades de transición para discernir las propiedades dinámicas de la red. En particular sucede que este método marginiza la información direccional que se intercambia entre los sistemas al no filtrar

la proveniente de entradas comunes al conjunto o compartida por ambos. Sin embargo, haciendo uso de un proceso de Markov se puede definir una cantidad asimétrica entre ensambles de neuronas a través de la entropía de transferencia, la cual se centra en cuantificar el flujo de información que circula únicamente en una dirección dada entre los dos sistemas. En este trabajo, se cuantificó la transferencia de información en registros intracraneales de pacientes con epilepsia refractaria no tratable con fármacos. Dichos cálculos se realizaron en aquellos electrodos comprometidos en la zona responsable de la generación de las crisis epilépticas, denominada zona epileptógena. Ya que la entropía de transferencia es capaz de detectar el intercambio dirigido de información entre dos sistemas, en nuestro caso, los canales involucrados según los reportes electrofisiológicos mostraron un aumento en la tasa de transferencia de la información en los instantes previos a la crisis de epilepsia, respecto a un registro temporal basal lejanamente anterior a la misma. De este modo, esta herramienta de la teoría de la información puede proveer una referencia adicional al estudio y diagnóstico de la delimitación de la zona epileptógena.

Poster ID: ME-28

Biomarcadores de la zona epileptógena en las oscilaciones de alta frecuencia por medio de la información de máxima entropía

Granado M¹, Miceli F¹, Martinez N², Montani F¹

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

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

La electroencefalografía intracraneal puede registrar directamente los potenciales de campo locales de un gran conjunto de neuronas en las proximidades del electrodo. Para buscar posibles biomarcadores epilépticos y determinar la zona epileptógena que da lugar a los ataques, investigamos la dinámica de las señales basales y preictales. Para ello, exploramos la dinámica de las series temporales registradas para diferentes bandas de frecuencia considerando las oscilaciones de alta frecuencia hasta 240 Hz. Aplicamos una transformada de Hilbert para estudiar la amplitud y la fase de las señales, y se caracterizó la dinámica de las diferentes bandas de frecuencia en el plano de entropía-complejidad temporal, $H \times C$, comparando la evolución dinámica de las series temporales basales y preictales. Nuestros resultados muestran que a medida que el sistema evoluciona temporalmente en el estado preictal, las amplitudes de la señal de las bandas HFO entre 220-230 y 230-240 Hz se acercan cada vez más al máximo de entropía y a un mínimo de complejidad. Podemos interpretar esto como que la naturaleza del sistema evoluciona temporalmente en el estado preictal de tal manera que el consumo de recursos por parte del sistema es mínimo para la amplitud en las frecuencias entre

220- 230 y 230-240 Hz. En este caso la máxima entropía equivale al principio de mínimo consumo de recursos del sistema. Esto corresponde a la minimización de la energía libre de Gibbs ya que la aleatoriedad y la baja complejidad parecen ser una restricción para la dinámica de la señal en el estado preictal para las bandas de frecuencia entre 220-230 y 230-240 Hz.

Poster ID: [ME-29]

Herramientas de aprendizaje no supervisado para la caracterización de estados en registros de epilepsia

Martinez N¹, Granado M², Miceli F², Montani F²

¹ Instituto de Investigaciones Físicas de Mar del Plata (IFIMAR)

² Instituto de Física de La Plata (IFLP), Universidad Nacional de La Plata (UNLP), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

Los registros electrofisiológicos de la actividad cerebral de pacientes con epilepsia permiten indagar la dinámica del fenómeno epiléptico, pudiendo de esta manera caracterizar la señal eléctrica proveniente de los distintos electrodos encargados de registrar la actividad neuronal dependiente del tiempo. Además, desde un punto de vista neurológico, la correcta identificación de los electrodos intracraneales involucrados en el área responsable de la generación de crisis epilépticas, denominada zona epileptógena, permite la precisa distinción de dicha región de interés para su resección quirúrgica con el fin de cesar los ataques epilépticos. A través del uso de redes neuronales, se entrenó una red usando aprendizaje no supervisado, más precisamente conocidas como mapas de Kohonen o mapas autoorganizados, para producir una representación discreta del espacio de las muestras de entrada, el cual permitió identificar y caracterizar los diversos contactos pertenecientes a los electrodos localizados en distintas áreas estratégicas del cerebro e involucrados en el proceso epileptógeno. De esta manera se logró diferenciar los electrodos que poseen un rol más activo previo a una crisis, lo cual permite por un lado dar indicios de la localización de la zona epileptógena, y por el otro, estimar una predicción de unos minutos de antelación de la crisis epiléptica. De esta manera se logró diferenciar los electrodos que poseen un rol más activo previo a una crisis, lo cual permite por un lado dar indicios de la localización de la zona epileptógena, y por el otro, estimar una predicción de unos minutos de antelación de la crisis epiléptica. Esta investigación se centra entonces en el desarrollo de algoritmos de aprendizaje profundo que podrían ayudar a elaborar un sistema de alerta de convulsiones, en tiempo real, siempre activo y específico para pacientes con epilepsia refractaria.

Poster ID: [ME-30]

Estudio de las propiedades fractales de la propa-

gación de frentes de incendios mediante el Drossel-Schwabl Forest-Fire Model (DS-FFM)

Seijas F¹, Cornette V^{1,2}, López R^{1,2}

¹ Universidad Nacional de San Luis (UNSL), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales, Departamento de Física

² Instituto de Física Aplicada (INFAP), CONICET

Los bosques son el ecosistema terrestre más grande del mundo, desempeñando un papel muy eficaz en mantener las condiciones del suelo y el agua y regular el clima. Según estadísticas, un promedio de 200.000 incendios forestales se producen cada año en todo el mundo, estudiar la ocurrencia y propagación de incendios de forma rápida y precisa es uno de los pasos más importantes en los planes de protección contra incendios y en la reducción de incendios forestales. Entre los numerosos modelos que utilizan para estudiar la propagación de los frentes de incendios, el Forest-Fire Model (FFM) se destaca por su aplicabilidad y versatilidad, y aún hoy se siguen discutiendo sus propiedades críticas. En este trabajo implementamos el Drossel-Schwabl FFM (DS-FFM) y estudiamos las propiedades fractales para comprender el comportamiento del frente de fuego, obteniendo parámetros críticos y evaluando sus propiedades de escaleo. El trabajo forma parte del Programa de Investigación Institucional: "Prevención y gestión integral de incendios forestales" de la UNSL (Res. CS.: 237/21) y se pretende realizar un estudio interdisciplinario y sistemático de incendios reales en la Provincia de San Luis y eventualmente contrastar datos de campo con los que reporta el modelo.

Poster ID: ME-31

Modelo físico matemático simple para la descripción del comportamiento estadístico local de irradiancia solar

Konverski P N¹, Ortega R G¹, Fasoli H J²

¹ Universidad Nacional de Catamarca, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

² Facultad de Ingeniería del Ejército, Universidad de la Defensa Nacional

En este estudio se propone un modelo fisicomatemático que describe el comportamiento estadístico observable en series de irradiancia solar con la finalidad de establecer parámetros de dimensionamiento de dispositivos fotovoltaicos. Consideramos la necesidad de dimensionar adecuadamente el uso de paneles fotovoltaicos integrados en un sistema híbrido autónomo para la generación de electricidad y que emplean al hidrógeno como almacenador en una región geográfica particular, considerando recursos locales, utilizando información estadística de libre disponibilidad en sitios web y sin requerir períodos extensos de mediciones en campo. La comparación de irradiancia disponible con los del modelo fisicomatemático utilizado permite corroborar su validez y posible aplicación predictiva. La metodología

es matemática descriptiva, sustentada con información estadística de origen satelital, aplicada a una cuadrícula superficial de $9^\circ \times 9^\circ$, encuadrando la totalidad de la provincia de Catamarca y zonas aledañas. Como resultado, se obtienen parámetros representativos de la región: La amplitud de la serie temporal, relacionada con la variación del recurso entre períodos de máxima y mínima disponibilidad y un término constante de referencia vinculado con el promedio máximo de irradiancia, en acuerdo con series de tiempo extendidas en un periodo de 22 años. A causa del carácter máximo de la serie de irradiancia obtenida a través del modelo propuesto, es posible obtener información referente a la mínima superficie de captación energética necesaria para un emplazamiento enfocado en el uso de tecnología fotovoltaica, tomando en consideración el consumo energético o demanda promedio en la capital provincial en acuerdo con fuentes informativas como la sede local del Ente Nacional Regulador de la Electricidad (ENRE) y la Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico Sociedad Anónima (CAMMESA). Este algoritmo habilita el reconocimiento de ubicaciones privilegiadas dentro de la cuadrícula en estudio donde se ve beneficiado el desarrollo energético de la población local o regional, considerando el comportamiento armónico dominante en grandes extensiones de tiempo para una atmósfera climatológicamente impredecible en escalas de tiempo reducidas.

Poster ID: **ME-32**

Análisis de la Dinámica de Rankings y Niveles de Actividad en Partidas de Ajedrez

Perotti J^{1,2}, Billoni O^{V1,2}

¹ Instituto de Física Enrique Gaviola (IFEG)

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

El ranking de los jugadores de ajedrez se determina usualmente en base a un sistema ideado por el físico Arpad Elo, el cual asigna un puntaje a cada jugador (rating de Elo) que se actualiza en función de los resultados de las partidas y los Elos de los oponentes con quienes juega las partidas. El pareo que determina qué jugadores se enfrentan en cada partida se puede pensar como una red temporal que afecta la evolución de los ratings de la comunidad de jugadores. Dicha red temporal exhibe una topología compleja [1]. En este trabajo estudiamos la estructura de la red y la evolución del nivel de actividad de los jugadores en relación al rating de los mismos. Para esto trabajamos con la base de datos de partidas disponibles en el sitio web TWIC (The Week In Chess) y los datos disponibles en la página de la FIDE. Primero, confirmamos resultados conocidos en la literatura, para validar los datos estudiados. Luego, comparamos los ratings reportados en TWIC con simulaciones de la dinámica de Elo usando los resultados de las partidas, y resultados y pareos generados sintéticamente. Como resultado, observamos que la estructura de la red temporal afecta significativamente la convergencia del

ranking de los jugadores. En particular, encontramos que las características de las redes temporales empíricas aceleran la convergencia del Elo en jugadores de alto ranking. Finalmente, utilizamos un modelo propuesto por Wang y Barabási [2] para ajustar la evolución del nivel de actividad de los jugadores. Resultados preliminares sugieren que el modelo puede utilizarse para identificar el inicio del declive de la trayectoria de los jugadores.

- [1] N. Almeira, A. L. Schaigorodsky, J. I. Perotti, and O. V. Billoni, Structure constrained by metadata in networks of chess players, *Scientific reports* 7, 1 (2017)
- [2] D. Wang, C. Song, and A.-L. Barabási, Quantifying long-term scientific impact, *Science* 342, 127 (2013)

Partículas y Campos

Charlas

Martes 19 de 14:00 a 14:25

Biblioteca Rivadavia - Sala 2

Soluciones de electrovacío rotantes en dimensiones superiores

Arcodía M R A^1 ², Ferraro R³¹

¹ Universidad de Buenos Aires (UBA), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Instituto de Astronomía y Física del Espacio (IAFE)

² Universidad de Buenos Aires (UBA), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN), Departamento de Matemática

³ Universidad de Buenos Aires (UBA), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN), Departamento de Física

La determinación de la existencia de soluciones de agujeros negros rotantes y cargados en dimensiones superiores es un problema abierto dentro de la relatividad general. Aunque se han encontrado soluciones de este tipo en algunas dimensiones, todavía no se ha descubierto una solución general que tenga todos los momentos angulares libres.

En el caso de cinco dimensiones, existen soluciones con todos los momentos angulares libres, pero requieren un electromagnetismo de Maxwell-Chern-Simons con un acoplamiento de Chern-Simons no nulo. La primera solución descubierta de este tipo es la métrica CCLP [1], la cual presenta dos momentos angulares independientes, carga eléctrica, masa y es asintóticamente de Sitter o Anti-de Sitter. En el año 2018 [2], se descubrió una familia de soluciones que generaliza la métrica CCLP y permite, entre otras cosas, incorporar un parámetro NUT. Estas soluciones pueden considerarse una extensión de las métricas generales de Kerr-NUT-(A)dS [3].

El presente trabajo se enfoca en el estudio de las soluciones en dimensiones superiores utilizando una base nula, y una carta con signatura $(n, n+1)$ en el caso impar y (n, n) en el caso par, obtenida mediante una transformación compleja de coordenadas. La adopción de esta nueva carta hace posible el cálculo del escalar de Kretschmann en el caso 5D, y revela que la degeneración entre masa y carga NUT, presente en las soluciones 5D no cargadas, desaparece al incorporar carga eléctrica. Se observa además que el cumplimiento de las ecuaciones de Einstein restringe la constante de acoplamiento de Chern-Simons a un valor determinado por la traza del tensor de energía-momento de la configuración electromagnética[4].

- [1] Z.-W. Chong, M. Cvetič, H. Lü, and C. N. Pope, General Non-Extremal Rotating Black Holes in Minimal Five-Dimensional Gauged Supergravity, Phys. Rev. Lett. 95, 161301. (2005)
- [2] R. Ferraro, Electrovacuum geometries in five dimensions, Phys. Rev. D 98, 124042. (2018)
- [3] W. Chen, H. Lü, C.N. Pope, General Kerr-NUT-AdS Metrics in All Dimensions, Class. Quantum Grav. 23 5323 (2006).
- [4] M. R. A. Arcodía, R. Ferraro, Double-extended Kerr–Schild form for 5D electrovacuum solutions, Gen. Relativ. Gravit. 54, 130 (2022), arXiv: 2109.09497 [gr-qc].

Contacto: Marcos Ramiro Alfredo Arcodía, marcos.arcodia@gmail.com

Martes 19 de 14:25 a 14:50

Biblioteca Rivadavia - Sala 2

Agujeros negros acústicos en backgrounds de espacio-tiempo regulares obtenidos con electrodinámica no-lineal

Fonseca S¹, Balart L¹

¹ Universidad de la Frontera (UFRO), Departamento de Ciencias Físicas, Temuco, Chile

Los agujeros negros acústicos fueron propuestos por W. G. Unruh como análogos de agujeros negros astrofísicos [1], con la motivación de detectar, en un experimento de laboratorio, el análogo de la radiación de Hawking [2]. El modelo de agujero negro acústico se refiere a un flujo de fluido convergente que puede llegar a moverse más rápido que la rapidez local de ondas de sonido. El equivalente del horizonte de eventos en este caso es donde la rapidez de flujo es igual a la rapidez del sonido.

En la Ref. [3], se obtuvo una clase de soluciones acústicas considerando las teorías relativistas de Gross-Pitaevskii y Yang-Mills en un espacio-tiempo curvo general. En las Refs. [4,5], se estudiaron algunas características de un agujero negro acústico considerando un espacio-tiempo de Schwarzschild y un espacio-tiempo de Reissner-Nordström como background, respectivamente. En ambos casos se estudiaron los horizontes. En particular, en el segundo caso se muestra que un agujero negro acústico cargado puede tener hasta seis horizontes, los cuales dependen de tres parámetros, la masa del agujero negro, la carga eléctrica de la métrica del background y un parámetro de ajuste. De estos horizontes, uno es llamado horizonte óptico y otro de Cauchy, y son equivalentes a los horizontes externo e interno, respectivamente, de la métrica del background. Otros dos horizontes quedan dentro del horizonte de Cauchy, por lo que son destruidos, mientras

que los otros dos quedan fuera del horizonte óptico, por lo que son considerados físicos. El caso extremo se considera cuando estos dos últimos horizontes coinciden para un cierto valor del parámetro de ajuste.

Por otro lado, ha sido posible obtener soluciones de espacio-tiempo estáticas a partir de modelos de electrodinámica no-lineal, en las cuales tanto sus funciones métricas como sus invariantes de curvatura no presentan infinitos en ninguna parte. Estas soluciones son conocidas como de tipo Bardeen o regulares. Las diversas soluciones que se han obtenido pueden ser clasificadas de acuerdo con las condiciones de energía que satisfacen [6].

En el presente trabajo, nos enfocamos en estudiar los horizontes que se forman en un agujero negro acústico, considerando tres backgrounds tipo Bardeen. El primero corresponde a una de las soluciones propuestas en la Ref. [7], que satisface la condición dominante de energía (DEC) en todas partes. El segundo es la solución ABG [8], la cual cumple la condición de energía débil (WEC) en todas partes pero no la DEC. El tercer background es la solución propuesta en la Ref. [9], que no satisface la WEC y, por lo tanto, tampoco la DEC. En particular, estudiamos la relación entre las condiciones de energía que satisface el espacio-tiempo de background y la ubicación de los horizontes ópticos y acústicos, en comparación con el caso en que se considera como background una solución de Reissner-Nordström.

- [1] W. G. Unruh, “Experimental black hole evaporation?”, Phys. Rev. Lett, 46, 1351–1353 (1981).
- [2] S. W. Hawking, “Black hole explosions,” Nature 248, 30-31 (1974).
- [3] X. H. Ge, M. Nakahara, S. J. Sin, Y. Tian and S. F. Wu, “Acoustic black holes in curved spacetime and the emergence of analogue Minkowski spacetime,” Phys. Rev. D 99, no.10, 104047 (2019).
- [4] H. Guo, H. Liu, X. M. Kuang and B. Wang, “Acoustic black hole in Schwarzschild spacetime: quasi-normal modes, analogous Hawking radiation and shadows,” Phys. Rev. D 102, 124019 (2020).
- [5] R. Ling, H. Guo, H. Liu, X. M. Kuang and B. Wang, “Shadow and near-horizon characteristics of the acoustic charged black hole in curved spacetime,” Phys. Rev. D 104, no.10, 104003 (2021).
- [6] S. W. Hawking and G. F. R. Ellis, “The Large Scale Structure of Space-Time,” Cambridge University Press (2011).
- [7] L. Balart and E. C. Vagenas, “Regular black hole metrics and the weak energy condition,” Phys. Lett. B 730, 14-17 (2014).
- [8] E. Ayon-Beato and A. Garcia, “Regular black hole in general relativity coupled to nonlinear electrodynamics,” Phys. Rev. Lett. 80, 5056-5059 (1998).
- [9] E. Ayon-Beato and A. Garcia, "New regular black hole solution from nonlinear electrodynamics," Phys. Lett. B 464, 25 (1999).

Contacto: Simon Fonseca huircapán, s.fonseca03@ufromail.cl

Martes 19 de 15:00 a 15:25

Biblioteca Rivadavia - Sala 2

Teorías de supercuerdas heteróticas compactificadas en orbifolios asimétricos T^3/Z_3

Díaz L E¹, Aldazabal G^{1,2}

¹ Instituto Balseiro (IB), Universidad Nacional de Cuyo (UNCuyo), Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Grupo de Partículas y Campos

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Centro Atómico Bariloche (CAB), Grupo de Partículas y Campos

La teoría de cuerdas heteróticas, así como el resto de teorías de supercuerdas, está definida en 10 dimensiones. Por lo tanto, se recurre a compactificaciones para obtener teorías efectivas en dimensiones mas bajas. La manera mas simple de compactificar es haciendo identificaciones en las direcciones compactas, lo que se denomina compactificación toroidal. Estas compactificaciones mantienen la cantidad de supersimetrías de la teoría en 10 dimensiones.

Otra manera de compactificar consiste en cocientar por un grupo discreto el manifold obtenido mediante la compactificación toroidal. Esto es lo que se conoce como orbifolios, los cuales presentan algunas ventajas fenomenológicas, como la posibilidad de romper las supersimetrías mantenidas al compactificar teorías de supercuerdas en el toro o modificar los espectros resultantes en dimensiones mas bajas. Aún sin compactificar suficientes dimensiones para llegar a una teoría efectiva en 4 dimensiones, estos modelos plantean una manera simple de analizar dualidades.

En trabajos previos se estudió la compactificación de la cuerda heterótica en un orbifolio asimétrico T^3/Z_2 [1], esto es, donde la acción del grupo discreto es distinto en los sectores izquierdo y derecho de la teoría. En este trabajo se compactifica la cuerda heterótica en un orbifolio asimétrico T^3/Z_3 con el objetivo de encontrar dualidades en los modelos resultantes.

[1] Acharya, B.S., Aldazabal, G., Font, A. et al. Heterotic strings on T^3/Z_2 , Nikulin involutions and M-theory. J. High Energ. Phys. 2022, 209 (2022).

Contacto: Lucas Ezequiel Díaz, ledtuc@gmail.com

Martes 19 de 15:25 a 15:50

Biblioteca Rivadavia - Sala 2

Holografía y Teoría de Cuerdas: Correladores y flujo espectral en la dualidad $\text{AdS}_3/\text{CFT}_2$

Toro J H¹, Kovensky N², Iguri S³

¹ Instituto de Investigaciones Matemáticas Luis A. Santaló, CONICET - Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires

² Institut de Physique Théorique, Université Paris Saclay, CEA, CNRS, Orme des Merisiers, 91191 Gif-sur-Yvette CEDEX, France.

³ Instituto de Astronomía y Física del Espacio (IAFE), , CONICET y Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Ciudad Universitaria.

La conjetura de maldacena, o dualidad AdS/CFT, establece una equivalencia directa entre teorías de gravedad en espacio-tiempos asintóticamente Anti de Sitter y teorías de campos conformes sin gravedad en una dimensión menor [1]. En ese contexto, la teoría de cuerdas ofrece un marco teórico sobre el cual esta dualidad es realizada de forma explícita.

En su versión supersimétrica, la teoría de cuerdas ofrece una descripción consistente de gravedad cuántica en un espacio-tiempo 10-dimensional. En este contexto, $\text{AdS}_3 \times S^3 \times T^4$ surge como un límite cercano a una configuración compuesta de un conjunto de n_5 D5-branas y n_1 D1-branas. La propagación de supercuerdas de tipo IIB sobre $\text{AdS}_3 \times S^3 \times T^4$ posee una descripción exacta en términos de un modelo supersimétrico de Wess-Zumino-Witten en base al grupo $\text{SL}(2, R) \times \text{SU}(2) \times \text{U}(1)^4$. Por otro lado, la dualidad AdS/CFT establece que esta descripción gravitatoria debe ser equivalente, en este caso, a una teoría de campos conforme 2-dimensional. Si bien se sabe que esta teoría corresponde en cierto punto del *moduli space* al llamado *Symmetric product orbifold* $\text{Sym}^{n_1 n_5}(T^4)$ [2-5], la descripción completa de la misma no es conocida.

En este trabajo estudiamos las interacciones de cuerdas en $\text{AdS}_3 \times S^3 \times T^4$ de estados holográficamente identificados como *Quirales Primarios*, completando el análisis iniciado en [6-7]. Los operadores quirales primarios se hallan protegidos frente a deformaciones marginales [8], lo que nos permite comparar nuestros resultados con aquellos descriptos por el $\text{Sym}^{n_1 n_5}(T^4)$. Desde la teoría de cuerdas, estos operadores pertenecen a las llamadas representaciones con flujo espectral de $\text{SL}(2, R)$. La cuantización BRST junto con el procedimiento de cambio de picture hacen necesaria la introducción de descendientes en el cálculo de correladores. Debido a que los estados con flujo espectral no son primarios afines, el cálculo de correladores con descendientes no puede realizarse con las técnicas usuales. En nuestro trabajo calculamos funciones de tres puntos de estados de cuerdas cortas con una cantidad arbitraria de flujo espectral y mostramos como estas coinciden exactamente con los cálculos duales [9-10], correspondientes a correladores en distintos sectores de twist en el orbifold.

- [1] Maldacena, J. International Journal of Theoretical Physics 38, 1113–1133 (1999).
- [2] G. Giribet, C. Hull, M. Kleban, M. Poratti and E. Rabinovici, JHEP 08 (2018) 204
- [3] M. R. Gaberdiel and R. Gopakumar, JHEP 05 (2018) 085
- [4] L. Eberhardt, M. R. Gaberdiel and R. Gopakumar, JHEP 04 (2019) 103
- [5] L. Eberhardt, JHEP 03 (2021) 176
- [6] A. Dabholkar and A. Pakman, Adv. Theor. Math. Phys. 13 (2009) 409
- [7] M. R. Gaberdiel and I. Kirsch, JHEP 04 (2007)
- [8] M. Baggio, J. de Boer and K. Papadodimas, JHEP 07 (2012) 137
- [9] S. Iguri, N. Kovensky and J. H. Toro, JHEP 2023 (2023) 161
- [10] S. Iguri, N. Kovensky and J. H. Toro, [arXiv:2304.08361]

Contacto: Julian Hernan Toro, ikirfh@gmail.com

Jueves 21 de 14:00 a 14:25

Biblioteca Rivadavia - Sala 2

Búsqueda de Nueva Física en procesos de resonancias fotón+jet en el detector ATLAS del LHC

Sili F¹

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

La posible existencia de física más allá del Modelo Estándar (ME) en la escala del TeV es motivada teóricamente por consideraciones de naturalidad para la escala electrodébil, y la necesidad de obtener la abundancia correcta de materia oscura en el universo. Sin embargo, todavía no hay evidencia concluyente de nuevas partículas más allá del ME en los resultados de las investigaciones con datos del LHC. Muchos escenarios de física más allá del ME predicen la existencia de resonancias en estados finales con un fotón y un jet con una gran masa invariante, las cuales pueden ser producidas en colisiones pp en el LHC. Entre estas teorías incluyen decaimientos de quarks excitados y micro-agujeros negros (quantum black holes). En este contexto resulta sumamente interesante la búsqueda localizada de excesos en la masa invariante de pares fotón-jet en la región del TeV. Este trabajo se focaliza en la búsqueda de procesos de fotón+jet utilizando los datos recolectados durante Run-2 y los primeros datos de Run-3.

En este estado final con fotón y jet, por primera vez en el experimento ATLAS, se busca separar entre distintos sabores de los jets: ligh-, b- and c-jets, para aumentar la sensibilidad a las señales de nueva física. En esta charla se presentará la modelización de las señales buscadas, dadas por los modelos teóricos

anteriormente descriptos, así como también señales genéricas dadas por resonancias Gaussianas, junto a los estudios de sensibilidad para descubrimiento y/o establecimiento de límites en los parámetros de los modelos. Asimismo, se discutirá la estrategia para la separación de los eventos buscados (señal) de aquellos de procesos del ME (fondo) y la modelización del fondo a partir de los propios datos colectados en ATLAS, que es un elemento crucial para poder detectar resonancias en espectros de masa invariante.

Contacto: Francisco Sili, franciscosili97@gmail.com

Jueves 21 de 14:25 a 14:50

Biblioteca Rivadavia - Sala 2

Búsquedas de fotones en el Observatorio Pierre Auger

Rodriguez E^{1 2}, González N¹, Wundheiler B¹

¹ Instituto de Tecnologías en Detección y Astropartículas (ITeDA), CONICET-UNSAM-CNEA

² Institute for Astroparticle Physics (IAP), Karlsruhe Institute of Technology (KIT)

El Observatorio Pierre Auger es el experimento de rayos cósmicos más grande en funcionamiento. Está compuesto por más de 1600 detectores de efecto Cherenkov en agua, detectores de muones subterráneos, antenas de radiodetección y telescopios de fluorescencia. Además de detectar rayos cósmicos hadrónicos, su diseño y capacidad de detección multi-híbrida le brinda una gran sensibilidad para estudiar fotones con energías superiores a 50 PeV ($1 \text{ PeV} = 10^{15} \text{ eV}$). Estos fotones se generan en los mecanismos de aceleración de los rayos cósmicos, por lo que su búsqueda mejora nuestra comprensión de los procesos en fuentes estables y eventos astrofísicos transitorios. Además, al buscar flujos difusos, también podemos investigar la posibilidad de escenarios exóticos, como el decaimiento de partículas de materia oscura supermasivas en el halo galáctico. En esta contribución, presentamos el estado del arte de las investigaciones de fotones utilizando las mediciones del Observatorio Pierre Auger. Ante la no observación de fotones, se discuten los límites al flujo integral difuso, lo cual conduce a fuertes restricciones en los modelos teóricos que describen la naturaleza de los candidatos a materia oscura y a las posibles fuentes de las partículas más energéticas en el Universo.

Contacto: Ezequiel Enrique Rodriguez, ezequiel.rodriguez.94@gmail.com

Jueves 21 de 15:00 a 15:25

Biblioteca Rivadavia - Sala 2

Transformaciones de Lorentz locales en teoría de campos

Casini H¹, Martinek L¹

¹ Instituto Balseiro (IB)

Se obtuvo la acción explícita de dos tipos twists sobre el álgebra local de operadores fermiónicos no masivos en 1+1 dimensiones. El primero de estos twists fue construido a partir de un hamiltoniano modificado por una función $\alpha(x)$ de soporte compacto en la región de interés A y se obtuvo su acción explícita sobre los operadores del álgebra. El segundo es un twist construido por D. Buchholz, S. Doplicher y R. Longo para el cual se obtuvo su acción explícita en el caso en el que operador es sacado fuera del álgebra local debido a la transformación aplicada.

Contacto: Leandro Martinek, leandro.martinek@gmail.com

Jueves 21 de 15:25 a 15:50

Biblioteca Rivadavia - Sala 2

Estudio de la inflación cosmológica como un mecanismo entrópico

Abaca F M¹, Zamora J^{2,3}

¹ Universidad Nacional de Tucumán (UNT)

² Instituto de Física del Noroeste Argentino (IFINOA)

³ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

Explicar el origen de la inflación cósmica, el proceso por el cual el universo se encuentra en expansión acelerada, es uno de los grandes misterios sin resolver del siglo. La visión predominante hoy en día es la postulación ad-hoc de una forma de energía extraña, la llamada energía oscura. Sin embargo, existen teorías alternativas que no requieren la hipótesis de la existencia de energía oscura. Este es el caso de la llamada cosmología entrópica, o energía oscura holográfica. En esta, la hipótesis principal es que el horizonte del Universo está asociado a una entropía y una temperatura, análogo a la entropía de un agujero negro, que está asociado a su horizonte y a la temperatura de Hawking.

En estos modelos, la aceleración parece ser una consecuencia de la entropía asociada al almacenamiento de información en el universo. Sin embargo, estos no concuerdan con los datos observacionales a menos que se incluya un término de ley de potencia subdominante. El término de corrección se introduce para explicar los diferentes períodos de aceleración y desaceleración en el universo reciente.

El objetivo específico de este trabajo es deducir un modelo cosmológico capaz de explicar los períodos de aceleración y desaceleración del universo utilizando un mecanismo de fuerza entrópica basado en medidas entrópicas generalizadas. Ba-

sáñdonos en esas medidas, calculamos las fuerzas entrópicas, deducimos las ecuaciones cosmológicas correspondientes, el parámetro de desaceleración y la ecuación de estado de este modelo. De estas fuerzas entrópicas deducimos una aceleración del universo y comparamos nuestros resultados con los modelos cosmológicos ya conocidos y con datos observacionales disponibles como el desplazamiento al rojo del parámetro de Hubble y de los datos de distancia de luminosidad disponibles a partir de supernovas.

Contacto: Facundo Abaca, facundoabaca123@gmail.com

Posters

Poster ID: **[PC-1]**

Condiciones para el estudio de la estabilidad lineal del agujero negro de Kerr extremo bajo perturbaciones axialmente simétricas

Avila C F¹, Rojas T A²

¹ Universidad Nacional de Catamarca (UNCa), Universidad Nacional de Catamarca

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

Para el estudio de la estabilidad lineal del agujero negro de Kerr extremo bajo perturbaciones axialmente simétricas, es necesario estudiar la existencia de una cantidad positiva definida que se conserva, con dato inicial axialmente simétrico, de vacío, maximal y asintóticamente plano a partir de un análisis perturbativo a primer orden en el exterior del agujero negro de Kerr extremo. Además, imponemos que la perturbación gravitacional no alcance el horizonte de eventos, y de este modo a partir de esta cantidad que se conserva obtener las condiciones para un estudio de la estabilidad lineal de dicho agujero negro.

Poster ID: **[PC-2]**

Sobre la dispersión no lineal del graviton clásico

Bordcoch M¹, Rojas T A^{1,2}

¹ Universidad Nacional de Catamarca (UNCa), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (Fa- CEN)

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

La Relatividad General es la rama de la física que mejor describe el fenómeno de gravitación. Enunciada por Albert Einstein en 1916 relaciona de manera directa la materia y energía presentes en una región con la geometría de esa región afirmando, de esta forma, que la gravedad es la curvatura del espaciotiempo. En 1983 se establece el Formalismo de Superficies Nulas de la Relatividad General, un nuevo

lenguaje para escribir las ecuaciones de Einstein (tradicionalmente escritas en términos tensoriales) que utiliza funciones que representan una familia de superficies nulas que folian el espaciotiempo. En este trabajo se presenta, en forma general, cómo utilizar el Formalismo de Superficies Nulas para resolver las ecuaciones de Einstein en un contexto perturbativo y obtener así el gravitón clásico. Además, se muestra que este enfoque permite establecer y determinar la dispersión no trivial de la radiación gravitacional entrante y saliente. Habiendo establecido el mecanismo de dispersión para el gravitón clásico será posible construir la Matriz de Dispersión para el gravitón cuántico. De completar esta tarea, el presente trabajo puede considerarse como una contribución sumamente importante en el mecanismo de cuantización asintótica.

Poster ID: **[PC-3]**

Electrodinámica de cargas de radiación en un campo gravitatorio

Nieva J E¹, Rojas T A²

¹ Universidad Nacional de Catamarca (UNCa), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

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

La electrodinámica de una carga radiante y su campo electromagnético basado en la ecuación de Lorentz-Abraham-Dirac (LAD) se analizan tanto en un sistema de referencia inercial como así también en sistemas con aceleración uniforme.

Poster ID: **[PC-4]**

Soluciones estacionarias a las ecuaciones de Einstein

Reula O A¹ ², Stauber López D¹ ²

¹ Universidad Nacional de Córdoba (UNC)

² Instituto de Física Enrique Gaviola (IFEG)

Las ecuaciones de Einstein

$$\bar{G} \equiv \overline{Ric} - \frac{1}{2}\bar{R}\bar{g} = 8\pi\bar{T}$$

son un sistema geométrico de ecuaciones para el par (M, \bar{g}) que describen cómo el espaciotiempo se curva frente a la presencia de materia y cómo la misma se comporta frente a la existencia de curvatura. Si se escoge un sistema coordenado y se expresan las componentes de \bar{Ric} en términos de $\bar{g}_{\mu\nu}$, se puede observar que $\bar{R}_{\mu\nu}$ depende de las derivadas de $\bar{g}_{\mu\nu}$ hasta segundo orden y es altamente no lineal en $\bar{g}_{\mu\nu}$. Por esto las ecuaciones de Einstein son equivalentes a un sistema acoplado de 10 ecuaciones en derivadas parciales de segundo orden no lineal para las componentes de la métrica $\bar{g}_{\mu\nu}$. Por lo que a rasgos generales no existe un método numérico o analítico para encontrar soluciones a este sistema acoplado.

Motivo por el cual para tratar con este conjunto de ecuaciones, se comienza con un conjunto de suposiciones.

En particular, espaciotiempos estacionarios son aquellos que admiten un vector de Killing asintoticamente temporal ξ^a . Estos son de interés porque describen configuraciones de equilibrio, como por ejemplo de objetos rotantes. Este tipo de espaciotiempos están representados por la norma del vector de Killing $\lambda = -\xi^a \xi_a$, el twist $w_a = \epsilon_{abcd} \xi^b \nabla^c \xi^d$ y una métrica h_{ab} definida positiva en una 3-variedad S . Tales que satisfacen [1]

$$\begin{aligned} D_a D^a \lambda &= \lambda^{-1} [D^a \lambda D_a \lambda - w^a w_a] \\ D_a w^a &= 2\lambda^{-1} w_a D^a \lambda \\ R_{ab} &= \frac{1}{2} \lambda^{-2} [D_a \lambda D_b \lambda + w_a w_b] \end{aligned}$$

De las ecuaciones de Einstein de vacío se tiene que $\nabla_{[a} w_{b]} = 0$ por lo que existe un campo escalar w tal que se tenga $w_a = \nabla_a w$. Por lo que tenemos

$$\begin{aligned} D_a D^a \lambda &= \lambda^{-1} [D^a \lambda D_a \lambda - D^a w D_a w] \\ D_a D^a w &= 2\lambda^{-1} D_a w D^a \lambda \\ R_{ab} &= \frac{1}{2} \lambda^{-2} [D_a \lambda D_b \lambda + D_a w D_b w] \end{aligned}$$

La existencia analítica de soluciones a las ecuaciones de Einstein que describan espaciotiempos estacionarios se ha trabajado previamente [1-4]. Nuestro actual objetivo es encontrar soluciones numéricas de vacío para estos espaciotiempos.

La primera aproximación que tuvimos fue trabajar con las ecuaciones escalares del sistema con una métrica de fondo dada. Notemos que el sistema de ecuaciones que se forma es no lineal en sus incógnitas. La búsqueda de soluciones numéricas de este conjunto de ecuaciones fue mediante elementos finitos en el lenguaje de Julia utilizando el paquete Gridap [5]. Se logró tener éxito en esta etapa, resultados que compartiré en la presentación.

Actualmente nos encontramos estudiando la ecuación tensorial del sistema estacionario. Notemos que esta ecuación es altamente no lineal, tanto del lado izquierdo como el derecho de la igualdad. En un primer approach nos encontramos estudiando como tratar el problema tensorial: la manipulación numérica de gauges, la determinación de condiciones de contorno para que la formulación sea bien puesta y su implementación en el código. En una segunda etapa buscaremos unir los conocimientos encontrados de la parte escalar con la tensorial para lograr un código que sea capaz de generar soluciones estacionarias de las ecuaciones de Einstein en un dominio dado, para sistemas aislados.

- [1] R. O. Hansen. Multipole moments of stationary space-times. *J. Math. Phys.*, 15:46–52, 1974
- [2] Robert P. Geroch. A Method for generating solutions of Einstein's equations. *J. Math. Phys.*, 12:918–924, 1971
- [3] P. Kundu. On the analyticity of stationary gravitational fields at spatial infinity. *Journal of Mathematical Physics*, 22(9):2006–2011, 1981
- [4] Oscar Reula. On existence and behaviour of asymptotically flat solutions to the stationary Einstein equations. *Communications in Mathematical Physics*, 122:615–624, 1989
- [5] Francesc Verdugo and Santiago Badia. A user-guide to gridap - grid-based approximation of partial differential equations in julia. *CoRR*, abs/1910.01412, 2019

Poster ID: **PC-5**

Correcciones a las lluvias electromagnéticas iniciadas por fotones en los calorímetros del detector ATLAS del LHC

Buratovich T O¹

¹ Universidad Nacional del Sur (UNS)

Muchos procesos físicos de interés estudiados con el detector ATLAS resultan en la producción de fotones en estado final. Por ello, un aspecto crucial para las investigaciones que comprenden estas partículas, es su correcta reconstrucción e identificación a partir de las señales dejadas en el detector. Entre las investigaciones con fotones se destacan medidas de precisión en el sector de Higgs en el canal de decaimiento a dos fotones, y la producción de fotones directos (prompt) para estudios de QCD perturbativa. La identificación de los candidatos a fotones en ATLAS, se basa en requisitos de selección en un conjunto de variables construidas a partir de la energía dejada por las partículas en los calorímetros del detector, en forma de lluvias electromagnéticas. Estos cortes de selección deben tener un alto poder de separación entre fotones provenientes de la dispersión dura y fotones “falsos” que se originan a partir del decaimiento de hadrones neutros en jets, o de jets que depositan una gran fracción de energía en el calorímetro electromagnético. La eficiente discriminación entre ambos casos es la principal tarea de los algoritmos de identificación, sin embargo, se presenta una complejidad adicional debido a que la forma de las lluvias electromagnéticas de los fotones en las simulaciones respecto de las observadas en los datos presenta diferencias que deben ser subsanadas. Tradicionalmente, se realizan correcciones directamente a las distribuciones de las variables de alto nivel, pero en este trabajo se propone una estrategia novedosa que consiste en rectificar en las simulaciones directamente las variables del más bajo nivel, en particular la energía depositada por las partículas en cada celda del calorímetro. Este método, denominado “cell-based energy reweighting”, permitirá

obtener una solución definitiva al problema, resultando en un mejor acuerdo dato-simulaciones de todas las variables utilizadas en la identificación, las que serán construidas a partir de estas energías ya corregidas. Se presentarán los resultados obtenidos utilizando los datos recolectados en ATLAS en el Run-2 del LHC a energías de colisión pp de 13 TeV.

Poster ID: [PC-6]

Cámara de Niebla: estudio, diseño y elaboración

Di Pierro V¹, Campodónico N¹, Agustini J F¹, Christiansen S¹, Agrelo P¹, Brunetti V¹

¹ Universidad Nacional de La Plata (UNLP)

Este proyecto tiene como objetivo la construcción de un prototipo de cámara de niebla (*cloud chamber*) a fin de utilizarla como detector de partículas cargadas. La cámara de niebla consiste en un espacio herméticamente cerrado en el cuál se concentra vapor supersaturado de alcohol, generado a partir de un gradiente de temperatura en el interior de la cámara. La interacción de partículas cargadas o iones con el alcohol, genera la ionización del mismo dando como resultado la formación de gotas que generan las ‘trayectorias’ seguidas por las partículas ionizantes [1].

El trabajo realizado consistió en la planificación, diseño y construcción de la cámara de niebla. Para ello, se estudiaron tanto las relaciones de compromiso entre el volumen (cilindro de 16,0(1) cm de diámetro) de la cámara y su altura (16,0(1) cm), así como también la relación entre la temperatura de la superficie de contacto y el sistema de refrigeración, consistente en celdas Peltier (3 de 15A) [2]. Para la masa de alcohol contenida en la cámara, y con el propósito de maximizar las interacciones entre los rayos cósmicos y el alcohol, se sometió a la placa inferior a una temperatura de $-30(2)^\circ\text{C}$ utilizando un arreglo de tres celdas Peltier (dos de ellas utilizadas en paralelo para enfriar a la Peltier de contacto con la cámara). Adicionalmente, otro de los propósitos del proyecto consistió en la documentación detallada para la futura construcción óptima de cámaras de niebla.

[1] J.G. Wilson. ‘The Principles of Cloud-Chamber Technique ’(1951, *Cambridge Monographs on Physics*).

[2] Mani, Pooja Iyer, ‘Design, Modeling and Simulation of a Thermoelectric Cooling System (TEC)’(2016). Master’s Theses. 749.

Poster ID: [PC-7]

Perspectivas sobre el cálculo del índice de refracción promedio para la simulación de señales de radio provenientes de lluvias atmosféricas extensas.

Crosta T¹, Tueros M²

¹ Departamento de Física Universidad Nacional de La Plata

² Instituto de Física La Plata (IFLP)

El índice de refracción promedio es un parámetro clave en la simulación de la señal de radio proveniente de lluvias atmosféricas extensas, y su cálculo detallado puede tomar más del 90 por ciento del tiempo total de CPU de la simulación. Tomar en cuenta las variaciones estacionales, mensuales, diarias o incluso a escalas de tiempo más cortas de la densidad atmosférica puede aumentar la precisión de la simulación, pero también incrementar la complejidad de la tarea de simulación y el número total de simulaciones requeridas para cubrir resoluciones de tiempo cada vez más detalladas. Por lo tanto, es muy importante comprender en qué condiciones es relevante asumir el costo de un cálculo muy detallado y cuándo se pueden obtener resultados suficientemente precisos utilizando un modelo más rápido pero aproximado. En esta contribución, exploraremos este problema e intentaremos proporcionar algunas pautas y métodos para minimizar el uso del tiempo de CPU, lo que permitiría abordar problemas que requieren un alto número de simulaciones de manera más eficiente.

Poster ID: **PC-8**

Teorías de supercuerdas heteróticas compactificadas en orbifolios asimétricos T^3/Z_3

Díaz L E¹, Aldazabal G^{1,2}

¹ Instituto Balseiro (IB), Universidad Nacional de Cuyo (UNCuyo), Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Grupo de Partículas y Campos

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Centro Atómico Bariloche (CAB), Grupo de Partículas y Campos

La teoría de cuerdas heteróticas, así como el resto de teorías de supercuerdas, está definida en 10 dimensiones. Por lo tanto, se recurre a compactificaciones para obtener teorías efectivas en dimensiones mas bajas. La manera mas simple de compactificar es haciendo identificaciones en las direcciones compactas, lo que se denomina compactificación toroidal. Estas compactificaciones mantienen la cantidad de supersimetrías de la teoría en 10 dimensiones.

Otra manera de compactificar consiste en cocientar por un grupo discreto el manifold obtenido mediante la compactificación toroidal. Esto es lo que se conoce como orbifolios, los cuales presentan algunas ventajas fenomenológicas, como la posibilidad de romper las supersimetrías mantenidas al compactificar teorías de supercuerdas en el toro o modificar los espectros resultantes en dimensiones mas bajas. Aún sin compactificar suficientes dimensiones para llegar a una teoría efectiva en 4 dimensiones, estos modelos plantean una manera simple de analizar dualidades.

En trabajos previos se estudió la compactificación de la cuerda heterótica en un

orbífolio asimétrico T^3/Z_2 [1], esto es, donde la acción del grupo discreto es distinto en los sectores izquierdo y derecho de la teoría. En este trabajo se compactifica la cuerda heterótica en un orbífolio asimétrico T^3/Z_3 con el objetivo de encontrar dualidades en los modelos resultantes.

[1] Acharya, B.S., Aldazabal, G., Font, A. et al. Heterotic strings on T^3/Z_2 , Ni-kulin involutions and M-theory. *J. High Energ. Phys.* 2022, 209 (2022).

Poster ID: **PC-9**

Eficiencia del trigger de fotones y multijet de atlas en run-3

Iturriza J², Hoya J¹, Monticelli F²

¹ Organización Europea para la Investigación Nuclear (CERN)

² Instituto de Física de La Plata (IFLP)

El experimento ATLAS en el LHC Run-3 registra eventos de colisiones con una frecuencia de hasta 3 kHz, cuando el LHC produce hasta 40 MHz de estos eventos. Un sistema de trigger de dos niveles se encarga de seleccionar eventos de interés, cubriendo una amplia gama de física y rechazando una gran cantidad de eventos de fondo. La selección de eventos se enfoca tanto en señales de física genérica; como fotones, jets, energía faltante en el detector; y señales más específicas, desde procesos del Modelo Estándar hasta búsquedas de nueva física. Seleccionar estos eventos es esencial para colectar datos de señal, calibración, y para el estudio de eficiencia. El interés de los triggers estudiados en el presente trabajo es el impacto en búsquedas de nueva física, como SUSY Strong Stealth, parte del programa de física de ATLAS, se encarga de una parte del espacio de fases con un estado final de dos fotones, al menos 6 jets y sin energía faltante. Los triggers considerados, si bien son genéricos en el sentido de que son usados por múltiples análisis, van a ser usados en esta búsqueda para la selección de eventos y técnicas de estimación de fondo. En el presente trabajo se muestran mediciones de la performance de triggers de fotones y multi Jets con datos de ATLAS del Run-3.

Poster ID: **PC-10**

Análisis de lente gravitacional débil en vacíos cósmicos usando datos simulados

Caporaso F¹, Gonzalez E J^{2 3 4}, Garcia Lambas D^{1 2}, Ruiz A N²

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

² Instituto de Astronomía Teórica y Experimental (IATE - CONICET), Córdoba, Argentina

³ Institut de Física d 'Altes Energies (IFAE - UAB), Barcelona, España

⁴ Port d 'Informació Científica (PIC - UAB), Barcelona, España

Los vacíos cósmicos son regiones sub densas en la estructura en gran escala del Universo, producen distorsiones en la distribución de luz de las galaxias que

se encuentran por detrás de ellas modificando su brillo y forma, conocido como efecto de lente gravitacional débil. La intensidad de las distorsiones depende de la densidad de masa dentro del vacío. En este trabajo presentamos un análisis de la distribución de densidad radial de vacíos cósmicos identificados en la simulación MICE Grand Challenge. Se obtuvieron perfiles de densidad y contraste de densidad proyectados de distintas muestras de vacíos seleccionados de acuerdo a su tamaño y redshift, a partir de los parámetros de convergencia y shear provisto por el catálogo de galaxias. Nuestro objetivo es modelar los perfiles para obtener información acerca de la distribución de materia en estas estructuras y realizar predicciones para datos observacionales futuros.

Índice de Autores

- Álvarez G A, 185
Álvarez J A, 170
- Abaca F M, 417
Abate A, 254
Abellán Lorenzo N S, 387
Abramson G, 378
Acébal E, 148
Acévedo A D C, 387, 388
Acévedo R E, 33
Acosta E, 121
Acosta E O, 277
Acosta R H, 64, 78, 226,
233, 286
Acosta Rodríguez V A,
376
Acuña A D, 248
Adaro M E, 112
Aguero C O, 33
Agnesi C, 93
Agote A, 117
Agrelo P, 422
Aguero A F, 387
Aguilar A M, 55
Aguilar Trejo E J, 395
Aguirre D, 222
Aguirre M A, 80, 225, 288
Aguirre M H, 220
Agulló V, 377
Agustini J F, 422
Alés A, 403
Alarcón L M, 282, 342
Alba Ferrara L, 180
Alcoba D R, 154, 156, 157
Aldazabal G, 413, 423
Alejandro Giorgetti, 22
Alonso J M, 311
Alonso R E, 366
Alustiza D H, 238
Álvarez G A, 176, 177
Álvarez Reyna M, 217
Alvez J N, 379
Amador A, 389
Aman E H, 198
Amundarain M J, 253
Ana María Vidales, 17
Andisco D, 198
Andreu G E, 245
Angaut G, 231
Anguiano S, 239
Añoardo E, 243
Aparicio M G, 135
Aparicio R, 277
Appignanesi G A, 282, 342
- Aragón Rodríguez A P,
349
Aramburu V M, 371
Arce V, 116
Arce V B, 122, 238
Arcodía M R A, 410
Ardenghi J S, 299, 320,
348, 384
Arenaza B, 180
Arenillas P, 209
Arguelles N B, 42
Arguello E R, 188
Aristizabal M E, 333, 364
Arizmendi C M, 142
Arneodo Larochette P, 372
Arrachea L, 301
Arrese F G, 64, 73
Arreyes F, 320
Arrieta C, 115
Arrieta C L, 135
Arrieta N, 40
Ascazuri M, 34
Asorey C N, 369
Aucar G A, 150, 158, 159,
161, 163
Aucar I A, 163
Aucar J J, 150, 160
Aumonier C, 80
Ausilio F, 188
Avellaneda M, 176, 177
Aversa M, 349
Avesani M, 93
Avilés Félix L, 319
Avila C F, 418
Ayala A, 68
Ayala T R, 154
- Bürgesser R, 30, 47
Bachi N, 146, 152
Baffou G, 97
Bahía M E, 40
Baigorria J B, 390
Bajac D F E, 159
Balart L, 411
Baldor S, 285
Balenzuela P, 404
Balpardo C, 209
Banchio A J, 265
Bandel S, 170
Barbagrigia J, 227
Barcelona Hipperdinger
M, 100, 204
Barco G, 369
Barrangú J P, 142
- Barrat J, 252
Barraza D A, 346
Barrera M, 233, 239, 247
Barrientos C, 217
Barriomuevo S D, 350
Barrios S, 275
Baruj A, 326
Bastida K, 115
Battiston L, 231
Bavaro E F, 328
Bavassi L, 399
Bavio M, 35
Bayala M P, 106, 112
Bechthold P, 329, 360
Beer E, 115
Belelli P, 164
Bellino M G, 350
Bellomo G, 129
Benítez J, 92
Benas S, 401
Bendersky A, 129
Bendersky A D, 139
Bendersky M, 180
Benedetti P, 244
Benedini L, 40
Benegas Aquino F, 352
Benítez H, 391
Benito J G, 83, 85
Berge G, 244
Berger R, 163
Berkovic A, 46
Bernal L, 107
Berra F, 93
Bertero Di Tella J, 153
Bertolotto J A, 279, 288
Berutti C J, 102
Besana R M, 354
Bettera Marcat M A, 265
Bevacqua C I, 39
Bierzychudek M E, 225
Bilen M, 109
Bilkis M, 128
Billoni O V, 408
Bilos J, 82
Binet M V, 53
Biscari E, 90
Bistel R, 379
Bizotto A, 141
Blanco P, 251, 284
Blatter G, 319
Blatter S P, 161
Boari S, 389
Boeris V, 285
Boette A, 132

- Boggan Simal G, 365
 Bolaños M R, 93
 Boll D I, 153
 Bonín C, 315
 Bonetto F, 87, 315
 Bonifazi C, 210, 212, 215
 Bonvicini P, 231
 Bonzi E, 167
 Bonzi E V, 208
 Bordakevich S, 104, 126
 Bordcoch M, 387, 418
 Borges F, 153
 Borrazás C, 349
 Borrel T, 210
 Borrell T, 105
 Borstner D T, 186
 Boschan A, 80, 288
 Bosyl G M, 136, 137
 Bosyk M G, 144
 Botti A, 210, 212
 Bracamonte D, 172
 Bragas A, 349
 Branda M M, 173, 174
 Bridoux G, 346
 Brigante A, 266
 Brigante A M, 74
 Bringa E, 358
 Britch J, 402
 Brizuela H, 125
 Brizuela H G, 57
 Bruña C, 115
 Brugevin L, 319
 Brunetti V, 422
 Bruno L, 266
 Brusa D H, 402
 Brusasco C G, 340
 Brusco A, 210, 212
 Bruvera I, 369
 Budini N, 94
 Bueno M S, 167
 Buezas F S, 31, 51, 307
 Buitrago P, 315
 Buono P, 379
 Buratovich T O, 421
 Bussandri D, 136
 Bustingorry S, 304, 394
 Bustos N C, 402
 Buyatti B, 328
 Cabeza G F, 286, 336, 340
 Cabra D C, 300
 Caiafa C F, 184
 Cainzo A S, 125
 Calderón Rivero S D, 313
 Caletti C B, 43
 Camargo S, 395
 Camjayi A, 362
 Campo J, 304
 Campo M G, 254, 270,
 273, 280–282,
 286
 Campodónico N, 422
 Campos Marino M D P,
 115
 Campos V D V, 171
 Candia A E, 220, 351
 Candia M, 64
 Cannas S A, 393
 Canosa N, 132, 139, 140
 Cantargi F, 278
 Cap N L, 117
 Capeluto M G, 74, 104,
 117, 124
 Caporaso F, 424
 Capoulat M E, 201
 Cappelletti M A, 370
 Caputo F, 182
 Capuzzi P, 157
 Carbone N A, 103
 Cardillo E, 222
 Cariatore N D, 146
 Caridi D I, 382
 Carillán B, 67
 Carlevaro M C, 271
 Caro G, 121
 Carrera L K, 45
 Carreras H A, 53
 Carrero A, 233
 Carrizo D, 39
 Casciaro M E, 186
 Casini H, 417
 Castellani N J, 312, 347
 Castellini Grand P, 344
 Castillo Deblas J L, 390
 Castro F J, 327
 Castro J O, 328
 Catalano N, 378
 Cattaneo S, 369
 Cely Orjuela I G, 330
 Cendoya D, 64, 78
 Centres P M, 394, 395
 Ceolin M, 283
 Cerato I J, 403
 Cervantes M J, 184
 Cervantes Schamun L, 240
 Charó G D, 380
 Chatah A K, 134, 167
 Chehade P, 87
 Chesta M A, 197
 Chialvo D R, 395
 Choque F D, 123
 Christiansen S, 422
 Cianciulli A, 132
 Cicchini T, 382
 Ciocci Brazzano L, 277
 Citro R, 294
 Cobelli P J, 81
 Codnia J, 115
 Colaneri M, 365
 Colomb C, 104
 Colombo Jofré M, 163
 Colombo Jofré M T, 158
 Comedi D, 344, 346, 367
 Comedi D M, 334
 Comelli N C, 172
 Contizanetti M, 30, 47, 49
 Corach J, 277
 Coria I D, 359
 Cornes F E, 391
 Cornet M, 367
 Cornette V, 219, 407
 Corral G M, 254, 270, 273,
 280–282, 286
 Correa Morales T, 196
 Correa V F, 327
 Corregidor Carrión D H,
 125
 Cortés Burgos M J, 239
 Cortes E, 97
 Corti A, 198–200
 Corvalan D A, 157
 Costabel M, 253
 Costilla L, 246
 Craiem D, 186
 Crespo E A, 361
 Crivaro Nicolini M, 87
 Crosta T, 128, 423
 Crovo O, 106
 Cuenca A, 148
 Cuevas M, 122
 Curchod C S, 43
 Curcio S F, 356
 D'Angelo C, 43, 46, 112
 D'Angelo C A, 106
 D'angelo C, 38
 Díaz C, 166
 Díaz C D, 186
 Díaz Celauro L, 180
 Díaz De Rosa V L, 366
 Dagatti M, 217
 Damonte L, 199
 Davier N, 298
 Dawidowski J, 295
 De Almeida J M, 372
 De Biasi E, 319, 326
 De La Asunción L, 227,
 229
 De Matteis N, 209
 De Matteis N A, 213
 De Sanctis M L, 77, 149
 De Toni A, 93
 Defeo M M, 195
 Delgado M, 124
 Delgado Mons R, 219
 Delorenzi T, 282
 Delugo Buzaglo L A, 111
 Demetrios D N, 95
 Demo A, 55, 60, 69
 Denett A, 141
 Denett G O, 172

- Denisse Costa F, 232, 240
 Depaoli E, 209, 210, 215
 Devida J M, 170
 Di Bárbaro E M, 388
 Di Didonato A L, 240
 Di Domenico G, 403
 Di Donato A, 328
 Di Luozzo N, 324
 Di Pascuale L, 42
 Di Piero V, 422
 Di Prinzio C L, 321
 Di Rocco A A, 183
 Di Salvo F, 117
 Diaz L E, 413, 423
 Diaz N, 143
 Diaz Torres F M, 64, 281
 Didoné P J, 312
 Diego Hurtado, 25
 Dietz D, 67
 Diruscio D, 206
 Divi F, 145, 177
 Dobry A, 77
 Dolz M I, 313
 Domínguez C, 272
 Domínguez D O, 76
 Domancich N F, 312, 318
 Domenech M J, 394
 Dominguez D, 246
 Dominguez F, 107
 Dominguez M A, 46
 Donadelli J A, 170
 Donaire Pereyra F Y, 344
 Dorso C, 391
 Dorso C O, 391
 Dos Santos G, 358
 Dr. Ing Almela A, 219
 Druetta E, 321
 Durán T, 42
 Duran T, 31, 51
- Echave M, 378
 Echeverría G A, 356
 Elías A G, 31
 Elias A G, 29
 Elizalde Acevedo B, 180
 Enriz R D, 168
 Ermann L, 382
 Errico L A, 340
 Escudero F, 299, 320
 Eskinazi F, 115
 Espindola A M, 308
 Estrada L, 120
 Ezendam S, 97
- Faccio R, 329
 Fajardo J, 184
 Falzone T, 123
 Fama L, 82
 Farias E E, 153
 Fasano Y, 354
- Fasoli H, 371
 Fasoli H J, 407
 Febbo M, 110
 Fernández Alcázar L, 96
 Fernández Alcázar L J, 95, 118
 Fernández Alcazar L J, 71
 Fernández F, 80, 288
 Fernández J R, 321, 322
 Fernández R E, 399
 Fernández Y, 203, 204
 Fernández-leyes M, 272
 Fernández-werner L, 329
 Fernandez Casafuz A, 266
 Fernandez E, 103
 Fernandez L, 69
 Fernandez Leyes M D, 290
 Fernandez M, 122
 Fernandez San Juan M R, 46
 Ferrara G, 312
 Ferrari M C, 209
 Ferraro R, 410
 Ferrero E E, 258, 259
 Ferrero O, 64
 Ferreyra M V, 268, 272, 275
 Ferreyra R, 306
 Ferrini M A, 71
 Ferullo R M, 164, 165
 Figueira S, 129
 Figueroa A, 317
 Figueroa C M, 293
 Figueroa S J A, 308, 372
 Fische N, 124
 Fischer E C, 186
 Flavio Pardo, 23
 Flesia A G, 376
 Flores Medrano A, 36
 Fojón O, 153
 Fojón O A, 149
 Fonseca S, 411
 Fontana M, 324, 326, 343, 357
 Formichella M D C, 59, 71
 Fornaro O, 36, 38, 112
 Forte G, 243
 Franceschini E A, 261
 Franco D G, 326
 Franco V G, 220
 Frank G, 391
 Frank G A, 391
 Franzoni B, 226
 Frecher M A, 222, 286, 296, 311
 Frosinini C, 34, 309
 Fuente S A, 312, 318
 Furlani M, 317
 Furlong O J, 395
- Gómez Albararacín F A, 300
 Gómez Albarracín F, 298
 Gómez Albarracín F A, 336
 Gómez B, 66
 Gómez B J, 90
 Gómez C, 110
 Gómez J, 184
 Gómez L, 275
 Gómez L R, 255, 257, 259
 Gómez Paccapelo J M, 268
 Gaburri M J, 104
 Gaffet P J, 43
 Gago P, 267
 Galay F, 138
 Galicer D, 129
 Gallegos M V, 199
 Galván J, 184
 Ganly J I, 81
 Gara P D, 109
 Garavaglia L, 195
 García C, 326, 357
 García E, 315
 García Einschlag F, 43
 García Einschlag F S, 200
 García H, 99, 100, 102
 García Lodi P, 196
 García N A, 252, 257, 259
 García Skabar J, 245
 Garce J, 251, 284
 Garcia Lambas D, 424
 Garcia W, 46
 Gargiulo J, 97, 113, 297
 Garnero C, 167
 Garros A, 56, 133, 147
 Gasaneo G, 400
 Gasnier A, 372
 Gaul K, 163
 Gayol A, 190
 Gaztañaga F, 355
 Gazzà C J, 302
 Gennari F, 372
 Gerdau F N, 207
 German A, 217
 Gharat S H, 269
 Ghioldi E A, 302
 Gigena N, 132
 Gil M, 34
 Gil Rebaza A V, 340, 370
 Gimenez M L, 185
 Gimmi F, 324
 Giovanetti L, 365
 Giraldo L, 227
 Gleiser P M, 397
 Glioscà S, 93
 Glioscà S M, 151
 Godoy Lahiton M E, 313
 Golmar F, 343
 Gomba J M, 53, 86

- Gomez L, 254
 Gomez Marigliano A C, 171, 241
 Gomez S S, 139, 143
 González Díaz L A, 373
 González E A, 329, 360
 González E R, 208
 González Fá A, 374
 González J M, 361
 González M G, 277
 González Molto K, 331
 González N, 416
 González N S, 222
 González P, 180
 Gonzalez Burnet C M, 390
 Gonzalez D, 279
 Gonzalez E J, 424
 Gonzalez Prinz M B, 123
 Grad G, 167
 Grad C B, 208
 Graf S, 186
 Granado M, 404–406
 Grigera A, 34
 Grigera S A, 312
 Grilli Z, 64, 78, 317
 Grinblat G, 349
 Grosso M M, 53
 Grumel E, 40
 Grumel E E, 116
 Guérin D M A, 173, 174
 Guerrero Luna T, 241
 Guisasola E, 260
 Gulich D, 58, 116, 117
 Gutierrez L, 349
 Guzmán J A, 94
 Guzmán M L, 286
- Haberkorn N, 344
 Haberkorn N F, 319
 Henrik Rudolph, 24
 Hernández Guiance S N, 359
 Herrera L D, 39
 Hidalgo F M, 90
 Holik F, 130, 141
 Holik F H, 131
 Hoyas J, 424
 Hoyos E, 62
 Huergo A M, 365
 Hurtado Aular O, 164
- Iaconis F, 400
 Ibañez F J, 350
 Ibañez L G, 39
 Id Betan R M, 206, 207
 Iemmi C, 104
 Iguain J L, 311, 385
 Iguri S, 414
 Ing. Bonilla-neira J, 219
 Ing. Müller N, 219
- Insausti J, 244
 Ipiña A, 50
 Irastorza R M, 184
 Irazabal X, 275
 Iriarte D I, 103
 Iribarren J I, 170
 Iroulart E, 301
 Irurzun I M, 195, 359
 Iturriza J, 424
 Iuzzolino R, 241, 242
- Jan E, 224
 Jasen P, 355
 Jasen P V, 329
 Jerez F, 35
 Jiménez García J C, 261
 Jiménez M J, 360
 Job S, 272
 Jodra S, 46, 331
 Jorge G A, 222
 Jorge Tasé D A, 195
 Juárez A, 344
 Juan A, 31, 51, 337, 374
 Juan J, 329, 355, 360, 374
 Juarez G A, 387
 Juarez M, 141
 Juliarena M P, 53
 Junciel L D, 356
- Kang K W, 231
 Kazimierski L, 378
 Kembro J M, 376
 Kettmayer C, 120
 Kim J, 344
 Knoll L T, 127, 137
 Kolton A B, 354
 Kononchuk R, 96
 Konverski P N, 407
 Kottos T, 95, 96, 118
 Koval L G, 111
 Kovensky N, 414
 Koziol K, 163
 Kreiner A J, 201
 Kropff E, 401
 Kubisch E, 378
- López Corral I, 374
 López Gregorio M C, 275
 López M, 92
 López M L, 49
 López R, 198, 219, 407
 López T E, 172
 Labaroni M S, 100
 Laborde S, 36, 38
 Lacomi H A, 235
 Lain L, 154, 156, 157
 Laiz H M, 225
 Laje R, 196
 Laliena V, 304
 Lamas D, 87, 295
- Lance P, 275
 Lance P S, 255
 Laneri K, 378
 Lanoël L, 326
 Larotonda M, 115
 Larotonda M A, 127, 135, 137
 Lassalle V, 175
 Lastretti Sulca A A, 109
 Lavizzari M, 336
 Lavorato M B, 234, 235
 Le Bras P, 380
 Ledesma S, 117, 126
 Lee Y, 344
 Leguizamón G N, 63, 387, 388
 Lehr F A, 270, 276, 280
 Leiva P, 328
 Lembo Ferrari I, 176, 177
 Lester M, 183
 Lexow M, 40
 Liliana Arrachea, 17
 Lima G, 110
 Limandri S, 231
 Limousin G L, 370
 Llorca I, 107
 Llovera R, 278
 Lobo Checa J, 220
 Lomoc F, 132
 Longo C F, 135
 Lopez G D V, 39
 Lopez L F, 123
 Lopez M B, 371
 Losada M, 130
 Losada M A, 131
 Loubet N A, 342
 Louys Sando J P, 153
 Lucero A P, 78
 Lucero D H, 188
 Luciano Masullo, 23
 Luna C R, 65, 337
 Luna D, 98
 Luna E, 241, 242
 Luna N, 188
 Luna R, 355, 374
 Luparello D, 184
 Lupi Casale C L, 396
 Luque M, 30
- Márquez A, 82, 87
 Ma A, 127, 137
 Macchi C, 363
 Madile Hjelt M, 378
 Madrid M, 279
 Madrid M A, 267
 Madurga S, 251
 Magnoni A, 210, 215
 Magnoni A G, 105, 137, 212
 Maier S A, 97

- Maiocchi M G, 111
 Makinistian L, 390
 Malano F, 190, 192
 Maldonado A F, 160, 161
 Maldonado Ochoa S A, 64,
 78
 Maltese P, 188
 Mamaní A, 35
 Mandal S, 139
 Mangas F, 99
 Mansilla R A, 53, 86
 Manuel L O, 302
 Manzi S J, 394, 395
 María Carmen Asensio, 11
 María Graciela Molina, 20
 María Teresa Dova, 14
 Marcazzó J, 182, 183,
 202–204
 Marchesano L, 109
 Marchetti J, 374
 Marchisio A, 55, 60, 69
 Marconi V I, 265
 Margarit D H, 222, 223,
 385, 386
 Marin O, 293
 Marin-ramírez O A, 334
 Marin-ramírez O, 367
 Martín F, 166
 Martín N, 192
 Martínez A, 372
 Martínez A E, 186
 Martínez C C, 76
 Martínez F A, 161
 Martínez L E, 87
 Martínez M F, 76, 94
 Martínez N, 203
 Martínez Quintana L A,
 247, 373
 Martínez S, 148
 Martens K, 258
 Martin D A, 395
 Martinek L, 417
 Martinelli H, 260, 272
 Martinez C, 246
 Martinez J, 163
 Martinez L, 113
 Martinez N, 403–406
 Martinez R T, 107
 Martino L, 43, 112
 Martino L J, 46
 Martorell N, 377
 Marziali Bermúdez M, 352
 Marzik G, 201
 Mas F, 251
 Massa J, 202
 Massaccesi G E, 154, 156,
 157
 Mastronardi C, 401
 Mateo A, 226
 Matera J M, 143
 Mattea F, 193
 Matteo C L, 277
 Maxwell J, 291
 Mayo F, 93, 134
 Mazaira L, 81
 Mazzitello K I, 142
 Medan V, 377
 Medina I Y, 116
 Medved J I, 242
 Meier L A, 312, 318, 347
 Melendi Y, 31, 42
 Melendi Y D, 51
 Melo J I, 160
 Menéndez C A, 282
 Menéndez M D C, 199
 Menchón S A, 394
 Mendicino L R, 93, 151
 Mendoza L J, 116
 Meo M, 67, 400
 Mercado D, 326, 328, 357
 Merlo F, 144
 Miceli F, 404–406
 Micheletti M I, 53
 Mieras M M, 385
 Miguez Mareque F V, 276,
 280
 Milana F A, 233
 Mildiner A, 404
 Mina C, 113
 Mindlin G B, 379, 389
 Mineo M, 238
 Mingolla G, 98, 115
 Minsky D M, 201
 Mizrahi Rodi M F, 289
 Mogensen G A, 326
 Mojica R D, 116
 Molina G, 338
 Molina M F, 393
 Molina M G, 42, 51
 Monaldi A C, 76, 94
 Monastra A, 266
 Montani F, 404–406
 Montecinos S, 34, 35, 309,
 310
 Montero J, 274
 Montes M L, 122, 366
 Montes P E, 89
 Monti G A, 233, 286
 Monticelli F, 424
 Montivero M E, 33, 39
 Morales G, 338
 Morales J, 135
 Morales M, 184
 Morales M A, 62
 Morando C, 36, 38
 Moreno M F, 223
 Morgade C I N, 312, 318
 Morozova T I, 252
 Moscoso Londoño O, 330
 Mosto C, 380
 Moya S, 260
 Moyano L, 378
 Muñetón Arboleda D, 350
 Muñoz J S, 197
 Muñoz Mombru J S, 197
 Muller M, 283
 Murgia M P, 87
 Néstor Haberkorn, 19
 Nagel O, 329, 337, 355,
 360
 Nan L, 97
 Napán Maldonado R, 245
 Napán Maldonado R D P,
 236, 237
 Narambuena C, 251, 284,
 285
 Navarro - Febre T, 276
 Navarro Febre T, 254, 281,
 282
 Navarro S I, 387
 Navia S, 264
 Negri L, 257
 Nieto P S, 376
 Nieva G, 326
 Nieva J E, 419
 Nieva J L, 138, 141
 Nieva J M, 43
 Nieva M V, 63
 Niz A E, 45
 Noguera Carlos B, 326,
 357
 Noseda Grau V, 331
 Novakovský L, 399
 Novara I, 66
 Nuñez J M, 220
 Oña O B, 154, 156, 157
 Obiol D, 253
 Ochoa J A, 29
 Oliva M I, 317
 Olivares C, 326
 Olivera M E, 286
 Olivieri N A, 70
 Olivo J, 122
 Orante Barrón V, 203
 Orozco M A, 361
 Orso J A, 295
 Ortega R G, 407
 Ortellado L, 254
 Ortiz E D V, 33, 39, 43,
 45, 172
 Ortiz G P, 111
 Osorio S A, 304
 Otero M, 69, 338
 Otero S, 364
 Otero Schroeder J, 365
 Otranto S, 59, 71, 146,
 148, 152

- Pérez Albert A S, 346
 Pérez D, 305
 Pérez Millán C, 67
 Pérez P, 145, 178, 189,
 190, 192
 Pérez P D, 326
 Pérez S, 210
 Pérez Schuster V, 56
 Pérsico M A, 109
 Padula Villagra C A, 31,
 42, 51
 Pagan C J B, 153
 Pagura M R, 234
 País Ospina D, 367
 Pajoní J, 399
 Palacio Fornero M, 265
 Palumbo S, 92
 Pancotto L, 115
 Paredes Gramegna L A,
 207
 Parentis A O U, 171, 241
 Pascuet M I, 322
 Pasianot R C, 322
 Pasinetti P M, 381
 Pasquale M A, 200
 Pasquini G, 74, 124, 352
 Passanante S, 305
 Passeggi(h) M C G, 351
 Pastawski H M, 134
 Pastorino C, 278
 Pastoriza H, 228, 239, 313
 Patterson G, 289
 Paz G, 55, 60, 69
 Paz M, 42
 Paz M F, 51
 Paz N L, 334
 Pears Q, 210
 Pears Stefano Q, 105
 Pedace G, 391
 Pedrazzini P, 327
 Pellegrini, 295
 Pellizza L J, 277
 Peluso D, 305
 Pepe Weigel E C, 390
 Peralta J, 141
 Peralta R J, 387, 388
 Perazzo C A, 86
 Pereyra A, 210
 Pereyra A J, 215
 Pereyra M, 46, 112
 Pereyra M G, 106
 Pereyra V D, 394
 Perez D, 319
 Perez D J, 92, 228
 Perez E J, 395
 Perez F, 209
 Perez F E, 82
 Perez L, 121
 Perez M D, 74
 Perez S, 212
 Perillo P, 326, 357
 Perillo P M, 232, 233, 240
 Perito I, 129
 Perotti J I, 392, 408
 Petersen Cruceño F G, 390
 Petrovich F, 140
 Piñol G A, 53
 Pianetti M, 314
 Pichipil Huircapan M, 314,
 323
 Pincelli M M, 59, 71
 Piva M, 80, 288
 Pizarro A, 113
 Plüss R, 397
 Poeschel T, 254
 Politis M, 149
 Pomarico J A, 103
 Pomponio I L, 302
 Ponce M F, 35
 Portesi M, 141
 Potosí E, 293, 375
 Prado A, 92, 228
 Prado D De Siqueira A,
 239
 Prado F, 364
 Prado F D, 333
 Presti D, 109
 Prosper P, 173, 174
 Provasi P F, 168
 Puccinell M, 244
 Pugnaloni L A, 268, 269,
 271, 272,
 274–276
 Pugni M, 103
 Puig J R, 354
 Pujol J M, 141
 Pujol P, 298
 Querales Flores J D, 294
 Quille R, 227, 229, 230
 Quintana J P, 87
 Quintero M, 305, 328
 Quiroga E, 285
 Quiroga L, 107
 Quiroga M, 363
 Quiroga M A, 188, 306
 Quiroga M L, 387
 Quispe Rojas L E, 352
 Ríos E D, 157
 Ré M A, 402
 Révora C, 74
 Raineri M, 153
 Ramirez Pastor A J, 385
 Ramirez Pastor J A, 285
 Ramirez-pastor A J, 381
 Ramos A Y, 95
 Ramos I C, 76
 Ramos K, 293, 375
 Ramos P, 35
 Ramunni V, 322
 Rango I E, 307
 Raviola L, 66
 Real M, 241, 242
 Reale M V, 222, 223, 385,
 386
 Rebón L, 126, 128, 130,
 131
 Reboiro M, 137
 Reimers W G, 65, 337
 Reisner M, 118
 Rengifo M, 220
 Reparaz V, 140
 Repetto C, 90
 Repetto C E, 66
 Requejo F G, 170
 Reula O A, 89, 419
 Reviglio A L, 60
 Reyna Almandos J, 40,
 153
 Ricci P, 53
 Risaro M A, 98
 Ritacco H, 260
 Ritacco H A, 263, 272, 290
 Rivas Rojas P, 330
 Riveaud L, 361
 Rivera C, 188
 Rivero C I, 33
 Roatta A, 66
 Robert Berger, 16
 Robledo Flores D F, 261
 Rocca J, 326, 343, 357
 Rochet A C, 308
 Rodeiro F, 314
 Rodolfo Borzi, 21
 Rodolfo Pregliasco, 25
 Rodrígues D, 210
 Rodríguez Aires G, 71
 Rodríguez D, 326, 357
 Rodríguez D F, 232, 240
 Rodríguez E E, 70, 186
 Rodríguez Nuñez J J, 294
 Rodríguez Ruiz G F, 301
 Rodríguez S J, 351
 Rodríguez-ílopez G, 258
 Rodrigo Soto, 13
 Rodriguez R N, 138
 Rodrigues D, 105, 212, 215
 Rodriguez D F, 233
 Rodriguez E, 416
 Rodriguez G D, 33, 43
 Rodriguez M C, 188
 Rodriguez M R, 172
 Rojas T A, 138, 141, 418,
 419
 Rojas-ílopez J A, 197
 Roldan P, 188
 Roldan T D V, 188
 Roldan V, 295
 Romá F, 358

- Romá F J, 313
 Romanelli L, 385, 386
 Romero M, 193, 315
 Romero R H, 139
 Roncaglia A, 129, 134
 Rosa L, 224
 Rosa l, 338
 Rosales D, 298, 301
 Rosales H D, 300
 Rosales M C, 279
 Rosales Vierma J G, 122
 Rosas C, 400
 Rosellini L A, 219, 328
 Rossi Fernández A C, 312, 318
 Rossi M, 209
 Rossi M P, 213
 Rossignoli R, 132, 139, 140, 143
 Roston G B, 73
 Ruano G, 145, 351
 Rubio M E, 89
 Rubio R, 217
 Ruiz A N, 424
 Rus M E, 143
 Russo N A, 238
 Sánchez C M, 134, 402
 Sánchez De La Vega C, 291
 Sánchez M D, 263, 333, 364
 Sánchez M. J F, 263
 Sánchez P, 107
 Sévellee F, 380
 Sack J A, 271
 Safadi S N, 55, 60, 69
 Saidman E, 177
 Saint-andré S, 239
 Sala Crist A M, 202
 Salas M, 40
 Salas Matamoros C, 42
 Salatino P, 237
 Salazar Alarcón L D J, 239
 Salazar L, 92
 Salazar Rojas D, 286
 Salgado R, 296
 Salgueiro W, 309, 310
 Salinas Domján C, 193
 Sallago P, 88, 89
 Sallese M, 94
 Salomone H D, 70
 Saltos Sánchez H B, 370
 Samengo I, 180, 388
 Sampietro D A, 172
 Sanchez M. J F, 290
 Sanchez Varretti F O, 311, 385
 Sandre C, 289
 Sanguineti M, 289
 Santarossa A, 254
 Santiago M, 202–204
 Santiago M L, 77
 Santo M, 60, 338
 Santos Cabrera N, 86
 Saracho S, 293
 Satti A, 275
 Savio M E, 43
 Scagliotti A F, 222, 223, 385, 386
 Scarinci I, 178, 189, 190, 192
 Schinca D, 40
 Schinca Vanini S, 340
 Schlosser F, 244
 Schmiegelow C T, 93, 151, 153
 Schneider G, 241, 242
 Schvval B, 318
 Sciamarella D, 380
 Scivetti N, 40
 Segovia T N, 388
 Seijas F S, 407
 Sereni J, 354
 Sergio Moya, 15
 Sgromo C, 326, 357
 Shaikh M, 259
 Shi C, 95
 Shomroni I, 107
 Sierra G, 156
 Sili F, 415
 Silva A D S, 372
 Silvina Ponce Dawson, 11
 Sirena M, 319, 344
 Sirur Flores A Y, 83
 Sivilotti B, 210, 212
 Slamovits C M N, 79
 Socolovsky H, 233
 Socolovsky L, 330
 Sofo Haro M, 189, 192
 Sola G, 280
 Soler-illia G, 113
 Somoza A, 363
 Sorichetti P A, 277
 Sosa Ferro G V, 232, 240
 Soto R, 264
 Spelzini D, 285
 Spiousas I, 196
 Sprejer E, 105, 210
 Stanco A, 93
 Stankovic I, 351
 Stauber López D, 419
 Stefani F, 297
 Stefani F D, 113, 123
 Straube B, 349
 Stroppa A, 150
 Suárez M, 30
 Suárez S, 326
 Suarez R E, 268
 Suleiman T F, 362
 Suntharalingam A, 96, 118
 Szalai A M, 123
 Szigety E, 107
 Tókesi K, 152
 Tabla P, 110
 Taboada M, 323
 Tachino C, 166
 Takahashi J, 376
 Tambosco F L, 117
 Tancredi P, 330
 Tandeo P, 380
 Tarkowski N, 123
 Tassara F J, 120
 Taube M, 181, 198
 Taylor M A, 366
 Tebaldi M, 116, 117
 Tejeda V G, 33
 Tenaglia Giunta B S, 236
 Terny S, 296
 Thomas G, 306
 Thomas G E, 363
 Tielas D, 130, 131, 137
 Tiffenberg J, 210, 212, 215
 Tirado M, 367
 Tobares T D, 385
 Tognana S, 34, 35, 309, 310
 Toledo J C, 39
 Tolley A, 326
 Tolosa M F, 71
 Tomás K, 50
 Tomaselli N, 55
 Torchia G A, 109
 Torga J, 110
 Toro J H, 414
 Torossian I, 40
 Torquato I F, 308, 372
 Torre A, 154, 156, 157
 Torres P, 284, 285
 Torres Peralta T, 42
 Torres Y M, 333, 364
 Tortarolo M, 328
 Tosi L, 239, 293, 375
 Toso J P, 219
 Touceda L, 227, 229, 230
 Trachia M, 328
 Trevisan M A, 404
 Triviño S, 189
 Trumper A E, 302
 Tueros M, 423
 Tur V, 49
 Turri F, 64, 78
 Uñac R, 85
 Uñac R O, 83, 396
 Umazano J P, 279, 288
 Urbano Pintos N, 234
 Urbassel H, 358
 Urbqno Pintos N, 235

- Ureña M A, 326, 343, 357
Urruchua F, 122
Urteaga R, 94
Vélez Ortiz R D V, 33
Valda A, 186
Valente M, 178, 189, 190,
 192, 193
Valeria Ferrari, 19
Valle Seijo M F, 53
Vallejo Azar M, 180
Vallone G, 93
Vatalaro G, 279
Vattuone N, 388
Vazquez N, 392
Vecchioli S, 198
Vega Caro M A, 349
Vega D A, 255, 257
Vega N C, 334, 344, 346,
 349
Vega-castillo J, 364
Veiras F, 121
Velázques D, 68
Vela Wac A, 300
Velasco M I, 233, 261, 286
Venencia C D, 197
Ventre J, 350
Ventura A C, 291
Ventura C I, 294
Vera D A, 99, 102
Vera M, 43
Verde A R, 282, 342
Vergara J C, 71
Vergara R, 138
Victoria L M A, 349
Vidal R, 315
Vidales A M, 83, 85, 396
Vietri A, 253
Vilca V, 241
Villa Torrealba A, 264
Villa-pérez C, 238
Villacrés Merchán F G,
 372
Villafuerte M, 346
Villagrán Olivares M C, 85
Villamizar A, 117
Villares M, 283
Villarreal J, 348
Villarreal N, 333
Villegas M E, 78
Villoresi P, 93
Violi I, 113
Violi I L, 97, 297
Vitullo F, 192
Vogel E E, 381
Volonnino G F, 74
Vuilleumier R, 149
Vullo E, 66
Wagner Boián P F, 118
Waks M, 102
Waks Serra M V, 99, 100,
 103
Wundheiler B, 416
Yacachury J, 134
Yapur F, 98
Yornet Y A, 138
Yun J, 344
Zabala J, 327
Zaidán Z, 215
Zaidan Z, 210
Zaldivar Escola F, 224
Zamarreño F, 253
Zamora J, 417
Zandalazini C I, 317
Zandrón O P, 153
Zapata Escobar A, 160
Zapata Escobar A D, 159
Zapata L, 209
Zapata L Y, 213
Zapata-escobar A D, 161
Zarragoicoechea H, 369
Zarycz M N C, 168
Zerr G, 131
Ziegler D, 244
Zimic M G, 333
Zossi B, 29
Zubieta C, 165
Zurdo A, 401