SUPLEMENTO DEL BOL. SOC. MEX. FÍS. 2020

SMF Sociedad Mexicana de Física
Aniversario 1950-2020

# LXIII Congreso Nacional de Física *en linea*

## Morelia, Michoacán 2020

Del 5 al 9 de octubre de 2020

# PROGRAMA GENERAL 2020

XXXV Encuentro Nacional de Divulgación Científica
del 5 al 9 de octubre de 2020
Morelia, Michoacán

FisMat Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas
ifm
SEP
CONACYT
AMF Asociación Michoacana de Física A.C.

# LXIII CONGRESO NACIONAL DE FÍSICA

"EN LINEA"
Morelia, Michoacán

## PROGRAMA GENERAL

**XXXV Encuentro Nacional de Divulgación Científica**
del 5 al 9 de octubre de 2020
Morelia, Michoacán

**PROGRAMA GENERAL**
DEL LXIII CONGRESO NACIONAL DE FÍSICA
D.R.© SOCIEDAD MEXICANA DE FÍSICA, A.C.
Departamento de Física 2o. piso
Facultad de Ciencias, UNAM
Circuito Exterior, Ciudad Universitaria
Universidad Nacional Autónoma de México
Delegación Coyoacán, 04510 México, D.F.
smf@ciencias.unam.mx
http://www.smf.mx
ISSN 0187-4713
Los resúmenes son
responsabilidad de sus autores.
Versión Digital / Digital version

# PRESENTACIÓN

Estimados participantes del LXIII Congreso Nacional de Física, En línea. Es motivo de enorme satisfacción darles la más cordial bienvenida al encuentro de la comunidad de profesionales y estudiantes de la física de nuestro país.

Destacan en este encuentro científico, las conferencias impartidas por el **Premio Nobel de Física 2017**, ***Kip S. Thorne***; así como también las de los doctores Manuela Cirilli, del Centro Europeo de Investigaciones Nucleares (CERN), CERN Knowledge Transfer Group, ***Riccardo Rurali*** del Institut de Ciència de Materials de Barcelona, ***Carlos S. Frenk***, del Institute for Computational Cosmology, Physics Dept, Durham University, Inglaterra, ***Galo Soler Illia*** del Instituto de Nanosistemas, Universidad Nacional de General San Martín-CONICET, San Martín, Buenos Aires, Argentina. Asimismo, del Instituto de Física de la UNAM, las Dras. Libertad Barrón Palos y Rocío Jáuregui, por mencionar sólo a algunos.

Destacan también las dos Mesas Redondas programadas. La primera de ellas con el tema: **"The impact of physics on society and the future of physics"**, en la cual participa la Dra. Ana Ma. Cetto Kramis, Presidenta electa de la Sociedad Mexicana de Física (SMF), la Dra. Petra Rudolf, Presidenta de la European Physical Society (EPS), el Prof. Philip H. Bucksbaum, Presidente de la America Physical Society (APS) y el Dr. Arturo C. Martí, Presidente de la Federación Iberoamericana de Sociedades de Física (FEIASOFI). El Moderador es el Dr. Tonatiuh Matos, Actual Presidente de la SMF. La segunda Mesa Redonda, con el título **"El futuro de la ciencia en México"**, moderada por el Dr. José luis Carrillo Estrada, Vicepresidente de la SMF, y en el que participan ***Beatriz Paredes Rangel*, Senadora de la República**, Presidenta de la Comisión de Relaciones Exteriores para América Latina y el Caribe, LXIV Legislatura. La Diputada ***Marivel Solís Barrera***, Presidenta de la Comisión de Ciencia, Tecnología e Innovación Cámara de Diputados, LXIV Legislatura, la ***Dra. Susana Lizano Soberón***, Presidenta de la Academia Mexicana de Ciencias, A.C., la ***Dra. Julia Tagüeña Parga***, del Instituto de Energías Renovables, Universidad Nacional Autónoma de México, así como el ***Dr. Mario de Leo Winkler***, Director de Vocaciones Científicas y SNI en el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

Esta edición logró reunir a más de dos mil participantes de todo el país y el extranjero, entre estudiantes, profesores e investigadores de diversas instituciones y ramas que conforman el área. Los trabajos se presentarán en sesiones plenarias, simultáneas y murales a lo largo de estos días, todo ello bajo la modalidad "En Línea" y con la posibilidad de participación de una gran cantidad de investigadores y estudiantes de todo el mundo. Cabe mencionar que la página de YouTube de la SMF "**SOCIEDAD MEXICANA DE FÍSICA TV**", aloja las conferencias impartidas en éste LXIII Congreso Nacional de Física, En Línea"

Como es tradición en nuestra Sociedad, paralelamente al Congreso, se llevará a cabo el **XXXV Encuentro Nacional de Divulgación Científica (ENDC)**. El cual en ésta ocasión se llevará a cabo bajo la modalidad "En Línea". En él se dan cita especialistas en divulgación de todo el país con el fin de enseñar de manera didáctica, creativa y divertida, diferentes fenómenos de la física a niños, jóvenes y público no especializado. Este año el ENDC cuenta con 28 talleres y 16 conferencias, todas ellas alojadas en la página de YouTube de la SMF "**SOCIEDAD MEXICANA DE FÍSICA TV**".

La ciudad de Morelia, Michoacán, es anfitriona oficial de nuestro gran evento este año, si bien será llevado a cabo en su totalidad bajo la modalidad "En Línea". Al igual que el año pasado, tendremos, en paralelo al Congreso, el **Seminario de Innovación**, con el tema, "**Del invento al emprendimiento: ¿para qué patentar?**", dirigido a estudiantes e investigadores que deseen contar con herramientas enfocadas al importante tema de la Protección Intelectual. Asimismo, se llevará a cabo por segundo año consecutivo, el **Taller para Entrenadores de Olimpiadas de Física**, con el objetivo de brindar herramientas a los investigadores y estudiantes interesados en mejorar técnicas de enseñanza e incrementar el rendimiento de los estudiantes que participan en las Olimpíadas de la especialidad. Igualmente, se llevará a cabo el **Taller de Introducción a la Divulgación de la Ciencia**, con el objetivo de brindar herramientas a los investigadores y estudiantes interesados en mejorar sus técnicas de enseñanza y divulgación científica.

Finalmente, de manera extraordinaria pero muy importante, se impartirá una sesión especial en la que se abordará la pandemia mundial por **COVID-19**.

Expresamos nuestro más sincero agradecimiento a todas aquellas personas que han colaborado y colaborarán a la realización de las actividades que se llevarán a cabo en estos días.

Esperamos que tengan una productiva y enriquecedora semana.

*Comité Organizador CNF 2020*

# Comité Académico

**Paulina Amador Valenzuela**

Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, UNAM

**Eduard de la Cruz Burelo**

Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, IPN

**Rosanna Bonasia**

Instituto Politécnico Nacional, SEPI ESIA-UZ

**Remigio Cabrera Trujillo**

Instituo de Ciencias Física, UNAM

**Claudia Moreno González**

Universidad de Guadalajara

**Guerda Massillon**

Instituto de Física, UNAM

**Rufino Díaz Uribe**

Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología, UNAM

**Luis Agustin Olivares Quiroz**

Universidad de la Ciudad de México, Campus San Lorenzo Tezonco

**Carlos Vázquez López**

CINVESTAV-IPN

**Juan Carlos Mixteco Sánchez**

Universidad de Guadalajara

**Luis Manuel Villaseñor Cendejas**

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

**Eduardo Gómez**

Universidad Autónoma de San Luis Potosí

**José Julio Emilio Herrera Velázquez**

Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM

**Miguel Cruz Irisson**

Instituto Politécnico Nacional

**Gustavo Ramón Bruzual Alfonzo**

Instituto de Radioastronomía y Astrofísica, UNAM

## Comité Ejecutivo 2019-2020

*Tonatiuh Matos Chassin, (Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, IPN)*
**PRESIDENTE**

*José Luis Carrillo Estrada, (Instituto de Física, BUAP)*
**VICEPRESIDENTE**

*Jorge Alejandro Bernal Arroyo, (División Académica de Ciencias Básicas, UJAT)*
**SECRETARIO GENERAL**

*Argelia Bernal Bautista, (División de Ciencias e Ingenierías, Universidad de Guanajuato)*
**SECRETARIA DE VINCULACION**

*José Inés Jiménez Aquino, (División de Ciencias Básicas e Ingeniería, UAM-I)*
**TESORERO**

*Alejandro Ayala Mercado, (Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM)*
**DIRECTOR DE LA REVISTA MEXICANA DE FÍSICA**

*Rodrigo Pelayo Ramos, (Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería, IPN)*
**COORDINADOR DE OLIMPIADAS**

*Gerardo Ortega Zarzosa, (Facultad de Ciencias, UASLP)*
**VOCAL DE DIVULGACIÓN**

*Ricardo Méndez Fragoso, (Facultad de Ciencias, UNAM)*
**VOCAL DE ENSEÑANZA**

*Brenda Carballo Pérez, (Facultad de Ciencias, UNAM)*
**VOCAL DE INNOVACION**

## Personal Administrativo SMF

*Alfonso Alcocer Acevedo, Administrador,*
*Elsa Claudia Velasco Marín, María Magdalena López Reynoso, Patricia Carranza Díaz,*
*Efraín R. Garrido Román, José R. Dorantes Velázquez, Armando Vértiz Pliego,*
*Víctor Maya Higuera, Diego Sánchez Mendoza y Jesús Ávalos Olguín.*

# Patrocinadores

La Sociedad Mexicana de Física hace patente su reconocimiento a las instituciones que con su generoso patrocinio han hecho posible la realización de las actividades de la Sociedad Mexicana de Física durante 2020.

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología
Secretaría de Educación Pública
Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Ciencias, UNAM
Institut of Physics

En particular agradecemos el patrocinio de las siguientes autoridades e instituciones del Estado de Morelia para la realización del LXIII Congreso Nacional de Física y del XXXV Encuentro Nacional de Divulgación Científica.

Gobierno del Estado de Michoacán
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo
Academia Michoacana de Física, A.C.
Facultad de Ciencias Químico-Farmacobiológicas, UMSNH
Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas de la UMSNH
Instituto de Física y Matemáticas, UMSNH
Secretaría de Educación del Estado de Michoacán

# LXIII Congreso Nacional de Física 2020

## Comité Organizador

*Tonatiuh Matos Chassin,* **Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, IPN**
*José Luis Carrillo Estrada,* **Instituto de Física, BUAP**
*Jorge Alejandro Bernal Arroyo,* **División Académica de Ciencias Básicas, UJAT**
*Argelia Bernal Bautista,* **División de Ciencias e Ingenierías, Universidad de Guanajuato**
*José Inés Jiménez Aquino,* **División de Ciencias Básicas e Ingeniería, UAM-I**
*Alejandro Ayala Mercado,* **Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM**
*Rodrigo Pelayo Ramos,* **Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería, IPN**
*Gerardo Ortega Zarzosa,* **Facultad de Ciencias, UASLP**
*Ricardo Méndez Fragoso,* **Facultad de Ciencias, UNAM**
*Brenda Carballo Pérez,* **Facultad de Ciencias, UNAM**

## Comité Organizador Local

*M.C. Jennifer López Chacón,* **Presidenta de la Academia Michoacana de Física, A.C.**
*Dr. Gabino Esteves,* **Facultad de Ciencias Químico-Farmacobiológicas, UMSNH**
*PLCFM Víctor Manuel Torres Domínguez,* **Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas de la UMSNH**
*Dr. Fernando Iguazú Ramírez Zavaleta,* **Director de la Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas de la UMSNH**
*Dr. Adnan Bashir,* **Instituto de Física y Matemáticas, UMSNH**
*Dr. Ricardo Becerril,* **Instituto de Física y Matemáticas, UMSNH**
*Dr. Gabriel Espinosa,* **Instituto de Física y Matemáticas, UMSNH**
*Dr. Pablo Martínez,* **Instituto de Física y Matemáticas, UMSNH**
*Dr. José Antonio González,* **Instituto de Física y Matemáticas, UMSNH**
*Dr. Francisco S. Guzmán,* **Instituto de Física y Matemáticas, UMSNH**
*Dr. Umberto Cotti,* **Instituto de Física y Matemáticas, UMSNH**
*Dr. Alfredo Raya,* **Director del Instituto de Física y Matemáticas, UMSNH**

# ÍNDICE

Presentación ..... v
Comité Académico ..... vi
Comité Ejecutivo 2019-2020 ..... vii
Patrocinadores ..... viii
Comité Organizador y Comité Organizador Local ..... ix
Índice ..... xi
Pláticas invitadas ..... xiii
CURSOS ..... xix
Tríptico (Programa General, Mesa Redonda I y II, Cursos, Premios de la SMF, Pláticas Invitadas y WEBINAR) ..... xxi
Índice por área: Sesiones Murales y Simultáneas ..... xxiii
Resúmenes SESIÓN MURALES ..... 1
Resúmenes: SESIÓN SIMULTÁNEA ..... 200
Índice de autores ..... 283

# PLÁTICAS INVITADAS
# (WEBINAR)

## LUNES

11:00 a 12:30 horas

**Mesa redonda: "the impact of physics on society and the future of physics"**

**Dra. Ana María Cetto**, Presidenta electa de la Sociedad Mexicana de Física (SMF)
**Dra. Petra Rudolf**, Presidenta de la European Physical Society (EPS)
**Prof. Philip H. Bucksbaum**, Presidente de la America Physical Society (APS)
**Dr. Arturo C. Martí**, Presidente de la Federación Iberoamericana de Sociedades de Física (FEIASOFI)
**Dr. Tonatiuh Matos**, Presidente de la Sociedad Mexicana de Física (SMF)

**Astrofísica**
12:30 - 13:30 en Webinar

**Carlos S. Frenk**
Institute for Computational
Cosmology, Physics Dept, Durham University, Durham, Inglaterra.
"A definitive test of the cold dark matter model: no ifs or buts"

**Física Nuclear**
13:30 - 14:30 en Webinar

**Dra. Libertad Barrón Palos**
Instituto de Física - UNAM
"Física fundamental con neutrones"

**Dinámica de Fluidos**
18:00 - 19:00 en Webinar

**Dr. Christopher Earls Brennen**
California Institute of Technology, Pasadena, California, USA
"Cavitation in Medicine"

## MARTES

**Física de Plasmas**
11:00 - 12:00 en Webinar

**Dra. Citlali Sánchez Aké**
Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología, UNAM.
"Plasmas inducidos por láser: un fantástico medio para la fabricación de nanomateriales y el análisis elemental de muestras"

**Enseñanza**
12:00 - 13:00 en Webinar

**Dra. Areli Montes Pérez**
Facultad de Ciencias Físico Matemáticas-BUAP
"La Enseñanza de la Física en México: historia, perspectiva, retos, ¿cómo lo enfrentamos?"

**Gravitación y Física Matemática**
13:00 - 14:00 en Webinar

**Dr. Luis Arturo Ureña López**
Universidad de Guanajuato
"La cosmología del siglo XXI"

**Física Atómica y Molecular**
18:00 - 19:00 en Webinar

**Dra. Rocío Jáuregui**
Instituto de Física - UNAM
"Óptica no lineal con fotones estructurados interactuando con sistemas atómicos"

## MIÉRCOLES

**Nanociencias y Nanotecnología**
11:00 - 12:00 en Webinar

**Dr. Galo Soler Illia**
Instituto de Nanosistemas, Universidad Nacional de General San Martín-CONICET, San Martín, Buenos Aires, Argentina.
"Dotando de inteligencia a los materiales"

**Física Médica**
12:00 - 13:00 en Webinar

**Dra. María Fernanda Villegas Navarro**
Hospital Universitario Karolinska localizado en Estocolmo, Suecia.
"La resonancia magnética sintética: una técnica novedosa para el tratamiento de cáncer"

7 de octubre de 18:00 a 20:00 horas

**Mesa redonda: "el futuro de la ciencia en México"**
**Senadora Beatriz Paredes Rangel**, Presidenta de la Comisión de Ciencias y Tecnología del Senado de la República, LXIV Legislatura
**Diputada Marivel Solís Barrera**, Presidenta de la Comisión de Ciencia, Tecnología e Innovación Cámara de Diputados, LXIV Legislatura
**Dra. Susana Lizano Soberón**, Presidenta de la Academia Mexicana de Ciencias, A.C.
**Dra. Julia Tagüeña Parga**, Instituto de Energías Renovables, Universidad Nacional Autónoma de México
**Dr. Mario de Leo Winkler**, Director de Vocaciones Científicas y SNI en el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología
**Dr. José Luis Carrillo Estrada**, Vicepresidente de la Sociedad Mexicana de Física (SMF)

## JUEVES

**Información Cuántica**
11:00 - 12:00 en Webinar

**Dr. Alfred U'Ren**
Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM
"Hacia la aplicación práctica de la tomografía de coherencia óptica cuántica"

**Rayos Cósmicos**
12:00 - 13:00 en Webinar

**Dr. Humberto Martínez Huerta**
Physics Institute of São Carlos (IFSC) University of São Paulo
"Búsquedas de una Violación de Lorentz con Física de Astropartículas"

**Óptica**
13:00 - 14:00 en Webinar

**Dr. Julio C. Gutiérrez-Vega**
Grupo de Fotónica y Óptica Matemática, Tecnológico de Monterrey.
"Fase geométrica en sistemas ópticos de polarización"

**Física Estadística y Termodinámica**
14:00 - 15:00 en Webinar

**Dr. Rafael Barrio Paredes**
Instituto de Física - UNAM.
"La Física en Sistemas Dinámicos Complejos, Redes y Biología"

**KIP S. THORNE**
**Premio Nobel de Física**
**2 0 1 7**
8 de octubre de 18:00 a 20:00 horas
STREAMING

The Nobel Prize in Physics 2017 was divided, one half awarded to Rainer Weiss, the other half jointly to Barry C. Barish and Kip S. Thorne "for decisive contributions to the LIGO detector and the observation of gravitational waves."

**My Romance with the Warped Side of the Universe**: from black holes and wormholes to geometrodynamics and gravitational waves

## VIERNES

**Estado Sólido**
11:00 - 12:00 en Webinar

**Riccardo Rurali**
Institut de Ciència de Materials de Barcelona (ICMAB–CSIC).
"Towards an all-electric control of the heat flux"

**Partículas y Campos**
13:00 - 14:00 en Webinar

**Dra. Manuela Cirilli**
Centro Europeo de Investigaciones Nucleares (CERN),
CERN Knowledge Transfer Group.
"The impact of particle physics on society"

# CURSOS

## SEMINARIO DE INNOVACIÓN

Lunes 5 de octubre de
15:00 a 17:00 horas en Sala 2

**Dra. Brenda Carballo Pérez**, Vocal de Innovación de la Sociedad Mexicana de Física
**Dra. Cecilia Bañuelos Barrón**, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, Instituto Politécnico Nacional
**Dr. Jesús Antonio del Río Portilla**, Instituto de Energías Renovables, Universidad Nacional Autónoma de México
**Dra. María G. Salinas-Juárez**, FES Zaragoza, Universidad Nacional Autónoma de México

## TALLER DE ENTRENADORES DE OLIMPIADAS DE FÍSICA

Lunes 5 de octubre al 8 de octubre de
10:00 a 14:00 horas y de 16:00 a 18:00 horas en Sala 9

**Dr. Víctor Romero Rochín**, Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México
**Dr. Rodrigo Pelayo Ramos**, Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería y Tecnologías Avanzadas (UPIITA) del IPN
**M. en C. Eleazar Neri Medina**, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México
**Ing. Didier Gamboa Angulo**, Ingeniería Física, Universidad Autónoma de Yucatán

## INTRODUCCIÓN A LA DIVULGACIÓN DE LA CIENCIA

Del martes 6 de octubre al 8 de octubre de
16:00 a 18:00 horas en Sala 8

**Fís. José Ramón Hernández Balanzar**, Divulgación de la Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México

## MESA REDONDA 1

***"The impact of physics on society and the future of physics"***

LUNES 5 de Octubre de 11:00 a.m. a 12:30 p.m.

**Dra. Ana Maria Cetto**
Presidenta Electa de la Sociedad Mexicana de Física (SMF)

**Dra. Petra Rudolf**
Presidenta de la European Physical Society (EPS)

**Prof. Philip H. Bucksbaum**
Presidente de la American Physical Society (APS)

**Arturo C. Martí**
Presidente de la Federación Iberoamericana de Sociedades de Física (FEIASOFI)

**Dr. Tonatiuh Matos**
Presidente de la Sociedad Mexicana de Física (SMF)

## MESA REDONDA 2

***"El futuro de la Ciencia en México"***

MIÉRCOLES 7 de Octubre de 18:00 p.m. a 20:00 p.m.

**Senadora Beatriz Paredes Rangel**
Presidenta de la Comisión de Ciencia y Tecnología del Senado de la República, LXIV Legislatura.

**Diputada Marivel Solís Barrera**
Presidenta de la Comisión de Ciencia, Tecnología e Innovación Cámara de Diputados. LXIV Legislatura.

**Dra. Susana Lizano Soberón**
Presidenta de la Academia Mexicana de Ciencias, A.C.

**Dra. Julia Tagüeña Parga**
Instituto de Energías Renovables, UNAM

**Dr. José Luis Carrillo Estrada**
Vicepresidente de la Sociedad Mexicana de Física, A.C.

## CURSOS, TALLER Y SEMINARIOS

**Fís. José Ramón Hernández Balanzar**
Facultad de Ciencias UNAM
Director de Museo de la Luz
Introducción a la Divulgación de la Ciencia

**Dr. Rodrigo Pelayo Ramos**
Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería, IPN
Taller de Entrenadores de Olimpiadas de Física

**Dra. Brenda Carballo Pérez**
HEBA Ideas S.A. de C.V.
Seminario de innovación
Del invento al emprendimiento: ¿para qué patentar?

**Dr. César Simón López-Monsalvo**
Coordinador
Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco (UAM-A)
Sesión Especial
"La Pandemia Mundial por COVID-19"

## Premios de la Sociedad Mexicana de Física

*Premio a la Investigación Científica 2020*

*Premio al desarrollo de la Física en México*
***DESIERTO***

SOCIEDAD MEXICANA DE FÍSICA
2do piso del Edificio de Física, Facultad de Ciencias, UNAM, CU.
Teléfono: +52 55 5622 4848 - Email: smf@ciencias.unam.mx
https://www.facebook.com/SMF.info

# Pláticas invitadas

**Dra. Libertad Barrón Palos**
Instituto de Física - UNAM
"Física fundamental con neutrones"

**Dra. Rocío Jáuregui**
Instituto de Física - UNAM
"Óptica no lineal con fotones estructurados interactuando con sistemas atómicos"

**Dr. Rafael Barrio Paredes**
Instituto de Física - UNAM
"La Física en Sistemas Dinámicos Complejos, Redes y Biología"

**Dra. Citlali Sánchez Aké**
Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología, UNAM. "Plasmas inducidos por láser: un fantástico medio para la fabricación de nanomateriales y el análisis elemental de muestras"

**Dr. Humberto Martínez Huerta**
Physics Institute of São Carlos (IFSC)
University of São Paulo
"Búsquedas de una Violación de Lorentz con Física de Astropartículas"

**Dra. Manuela Cirilli**
Centro Europeo de Investigaciones Nucleares (CERN), CERN Knowledge Transfer Group. "The impact of particle physics on society"

**Riccardo Rurali**
Institut de Ciència de Materials de Barcelona (ICMAB–CSIC) "Towards an all-electric control of the heat flux"

**Dra. Areli Montes Pérez**
Facultad de Ciencias Físico Matemáticas-BUAP
"La Enseñanza de la Física en México: historia, perspectiva, retos, ¿cómo lo enfrentamos?"

**Dr. Christopher Earls Brennen**
California Institute of Technology, Pasadena, California, USA
"Cavitation in Medicine"

**Dr. Luis Arturo Ureña López**
Universidad de Guanajuato
"La cosmología del siglo XXI"

**Dr. Alfred U'Ren**
Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM
"Hacia la aplicación práctica de la tomografía de coherencia óptica cuántica"

**Dra. María Fernanda Villegas Navarro**
Hospital Universitario Karolinska localizado en Estocolmo, Suecia.
"La resonancia magnética sintética: una técnica novedosa para el tratamiento de cáncer"

**Carlos S. Frenk**
Institute for Computational Cosmology, Physics Dept, Durham University, Durham, Inglaterra. "A definitive test of the cold dark matter model: no ifs or buts"

**Dr. Galo Soler Illia**
Instituto de Nanosistemas, Universidad Nacional de General San Martín-CONICET, San Martín, Buenos Aires, Argentina, "Dotando de inteligencia a los materiales"

**Dr. Julio C. Gutiérrez-Vega**
Grupo de Fotónica y Óptica Matemática, Tecnológico de Monterrey "Fase geométrica en sistemas ópticos de polarización"

# LXIII Congreso Nacional de Física

del 4 al 9 de octubre de 2020 "**EN LINEA**"

AFILIATE se parte de la SOCIEDAD MEXICANA de FÍSICA

## PROGRAMA

Plenarias paralelas, sesiones orales, sesión de posters, Encuentro Nacional de Divulgación Científica y reuniones anuales de las divisiones.

CONACYT

# LXIII Congreso Nacional de Física

## PROGRAMA GENERAL CNF-2020 (*) WEBINAR

| HORARIO | DOMINGO | LUNES | MARTES | MIERCOLES | JUEVES | VIERNES |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 8:30 - 9:00 | | | Simultáneas | Simultáneas | Simultáneas | Simultáneas |
| 9:00 - 9:30 | | Ceremonia de Inauguración y Premiación (*) | | | | |
| 9:30 - 10:00 | | | RECESO | | | |
| 10:00 - 10:30 | | | Simultáneas | Simultáneas | Simultáneas | Simultáneas |
| 10:30 - 11:00 | | | | | | |
| 11:00 - 12:00 | | Mesa Redonda 1 (*) | Plasmas (*) | Nanociencias (*) | Información Cuántica (*) | Estado Sólido (*) |
| 12:00 - 12:30 | | | Enseñanza (*) | Física Médica (*) | Rayos Cósmicos (*) | |
| 12:30 - 13:00 | | Astrofísica (*) | | | | |
| 13:00 - 13:30 | | | Gravitación y Física Matemáticas (*) | **Asamblea General de la SMF (*)** | Óptica (*) | Partículas y Campos (*) |
| 13:30 - 14:00 | | Física Nuclear (*) | | | | |
| 14:00 - 14:30 | | | Premiación Murales (*) | | Física Estadistica (*) | Premiación Murales y Clausura (*) |
| 14:30 - 15:00 | | | | | | |
| 15:00 - 15:30 | | Seminario de Innovacion (15:00 - 18:00 hrs.) (*) | RECESO | | Premiación Murales (*) | |
| 15:30 - 16:00 | | | | | | |
| 16:00 - 17:00 | Introducción al LXIII Congreso Nacional De Física (*) | Murales / Simultánea | Murales / Simultáneas | Murales / Simultáneas | Murales / Simultáneas | |
| 17:00 - 18:00 | | | | | | |
| 18:00 - 19:00 | | Dinamica de Fluídos (*) | Física Atómica y Molecular (*) | Mesa Redonda 2 (*) | Conferencia Magistral, PREMIO NOBEL (*) | |
| 19:00 - 20:00 | | | | | | |

## Cursos y Seminarios (16:00-18:00)

| SALAS | DOMINGO | LUNES | MARTES | MIERCOLES | JUEVES |
|---|---|---|---|---|---|
| 8 | | | **Introducción a la Divulgación de la Ciencia** (16:00 - 18:00 HRS.) | **Introducción a la Divulgación de la Ciencia** (16:00 - 18:00 HRS.) | **Introducción a la Divulgación de la Ciencia** (16:00 - 18:00 HRS.) |
| 9 | **Taller de Entrenadores de Olimpiadas de Física** Plática Introductoria (16:00 - 17:00 HRS.) | **Taller de Entrenadores de Olimpiadas de Física** (10:00 - 14:00 y 16:00 - 18:00 HRS.) | **Taller de Entrenadores de Olimpiadas de Física** (10:00 - 14:00 y 16:00 - 18:00 HRS.) | **Taller de Entrenadores de Olimpiadas de Física** (10:00 - 14:00 y 16:00 - 18:00 HRS.) | **Taller de Entrenadores de Olimpiadas de Física** (10:00 - 14:00 y 16:00 - 18:00 HRS.) |

## Salones Mañana (8:30-11:00)

| SALAS | LUNES | MARTES | MIERCOLES | JUEVES | VIERNES |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | | Astrofísica | Astrofísica | Astrofísica | F. Estadística |
| 2 | | E. Sólido | E. Sólido | E. Sólido | E. Sólido |
| 3 | | F. Nuclear | F. Médica | F. Médica | Información Cuántica |
| 4 | | Óptica | Óptica | Óptica | Óptica |
| 5 | | Dinámica de Fluídos | F. Atómica y Molecular | F. Estadística | Partículas y Campos |
| 6 | | Sesión Especial: COVID-19 | Sesión Especial: COVID-19 | Sesión Especial: COVID-19 | |
| 7 | | | | | |

## Salones Tarde (16:00-18:00)

| SALAS | LUNES | MARTES | MIERCOLES | JUEVES |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Enseñanza | Astrofísica | Física Estadística (16-19 HRS.) | Presentación de Libro |
| 2 | | Plasmas | Plasmas | |
| 3 | | Gravitacion y F. Matemática | Gravitacion y F. Matemática | |
| 4 | | | F. Atómica y Molecular | |
| 5 | | Nanociencia y Nanotecnología | Nanociencias y Nanotecnología | Partículas y Campos |
| 6 | | Estado Sólido | Estado Sólido | Estado Sólido |
| 7 | | F. Atómica y Molecular | Rayos Cósmicos | |

## SESIONES MURALES - (16:00 - 18:00)

| LUNES | MARTES | MIERCOLES | JUEVES |
|---|---|---|---|
| Enseñanza (74) | Optica (61) | Física Médica (42) | Estado Sólido (64) |
| Astrofísica (61) | Gravitación y Física Matemática (52) | Nanociencias y Nanotecnología (33) | Física Estadística (32) |
| Otros (30) | Física Atómica y Molecular (9) | Partículas y Campos (33) | Información Cuántica (25) |
| | Dinámica de Fluidos (17) | Rayos Cósmicos (15) | Instrumentación (35) |
| | Ciencias de la Tierra (26) | Radiaciones (2) | Plasmas (24) |
| | | Historia y Filosofía de la Física (14) | |

SMF Aniversario · SEP · CONACYT

# Sesiones Murales y Simultáneas

**SESIONES MURALES 1 (16:00–18:00), Lunes 5** **1**

Astrofísica . . . . . 1

Enseñanza . . . . . 23

Otro . . . . . 42

**SESIONES MURALES 2 (16:00–18:00), Martes 6** **51**

Ciencias de la Tierra . . . . . 51

Dinámica de Fluidos . . . . . 58

Física Atómica y Molecular . . . . . 64

Gravitación y Física Matemática . . . . . 67

Óptica . . . . . 77

**SESIONES MURALES 3 (16:00–18:00), Miercoles 7** **100**

Física de Plasmas . . . . . 100

Física de Radiaciones . . . . . 107

Física Médica . . . . . 109

Historia y Filosofía de la Física . . . . . 121

Nanociencias y Nanotecnología . . . . . 124

Partículas y Campos . . . . . 137

Rayos Cósmicos . . . . . 144

**SESIONES MURALES 1 (16:00–18:00), Jueves 8** **150**

Estado Sólido . . . . . 150

Física Estadística y Termodinámica . . . . . 177

Información Cuántica . . . . . 185

Instrumentación . . . . . 193

**SESIÓN SIMULTÁNEA (12:00–19:00), Lunes 5** **200**

Astrofísica . . . . . 200

Física Nuclear . . . . . 200

Enseñanza . . . . . 200

Dinámica de Fluidos . . . . . 203

**SESIÓN SIMULTÁNEA (08:30–19:00), Martes 6** **204**

Astrofísica . . . . . 204

COVID-19 . . . . . 204

Dinámica de Fluidos . . . . . 204

Estado Sólido . . . . . 204

Física Nuclear . . . . . 205

Óptica . . . . . 205

Astrofísica . . . . . 205

COVID-19 . . . . . 206

Dinámica de Fluidos . . . . . 206

Estado Sólido . . . . . 206

Física Nuclear . . . . . 207

Óptica . . . . . 207

Astrofísica . . . . . 207

Dinámica de Fluidos . . . . . 208

Estado Sólido . . . . . 208

Física Nuclear . . . . . 209

Óptica . . . . . 209

Astrofísica . . . . . 209

COVID-19 . . . . . 210

Dinámica de Fluidos . . . . . 210

Estado Sólido . . . . . 210

Física Nuclear . . . . . 210

Óptica . . . . . 210

Astrofísica . . . . . 211

COVID-19 . . . . . 211

Dinámica de Fluidos . . . 211
Estado Sólido . . . 212
Física Nuclear . . . 212
Óptica . . . 212
Astrofísica . . . 213
Dinámica de Fluidos . . . 213
Estado Sólido . . . 213
Física Nuclear . . . 214
Óptica . . . 214
Física de Plasmas . . . 214
Enseñanza . . . 215
Gravitación y Física Matemática . . . 215
Astrofísica . . . 215
Física Atómica y Molecular . . . 215
Física de Plasmas . . . 216
Gravitación y Física Matemática . . . 216
Nanociencias y Nanotecnología . . . 216
Astrofísica . . . 216
Estado Sólido . . . 217
Física Atómica y Molecular . . . 217
Física de Plasmas . . . 218
Física Nuclear . . . 218
Gravitación y Física Matemática . . . 218
Nanociencias y Nanotecnología . . . 219
Astrofísica . . . 219
Estado Sólido . . . 219
Física Atómica y Molecular . . . 219
Física de Plasmas . . . 220
Gravitación y Física Matemática . . . 220

Nanociencias y Nanotecnología . . . 220
Física Atómica y Molecular . . . 221
Física de Plasmas . . . 221
Gravitación y Física Matemática . . . 222
Nanociencias y Nanotecnología . . . 222
Gravitación y Física Matemática . . . 222
Astrofísica . . . 222
Astrofísica . . . 223
Física de Plasmas . . . 223
Gravitación y Física Matemática . . . 224
Nanociencias y Nanotecnología . . . 224
Astrofísica . . . 224
Estado Sólido . . . 225
Física de Plasmas . . . 225
Gravitación y Física Matemática . . . 226
Nanociencias y Nanotecnología . . . 226
Física Atómica y Molecular . . . 226

**SESIÓN SIMULTÁNEA (08:30–19:00), Miercoles 7** **228**

Astrofísica . . . 228
COVID-19 . . . 228
Estado Sólido . . . 228
Física Atómica y Molecular . . . 228
Física Médica . . . 228
Óptica . . . 229
Astrofísica . . . 229
COVID-19 . . . 229
Estado Sólido . . . 230
Física Atómica y Molecular . . . 230

Física Médica . . . 230
Óptica . . . 231
Astrofísica . . . 231
Estado Sólido . . . 232
Física Atómica y Molecular . . . 232
Física Médica . . . 232
Óptica . . . 233
Astrofísica . . . 233
COVID-19 . . . 233
Estado Sólido . . . 234
Física Atómica y Molecular . . . 234
Física Médica . . . 234
Óptica . . . 235
Astrofísica . . . 235
COVID-19 . . . 235
Estado Sólido . . . 236
Física Atómica y Molecular . . . 236
Física Médica . . . 237
Óptica . . . 237
Astrofísica . . . 237
Estado Sólido . . . 237
Física Médica . . . 238
Óptica . . . 238
Nanociencias y Nanotecnología . . . 239
Física Médica . . . 239
Estado Sólido . . . 239
Física Atómica y Molecular . . . 240
Física de Plasmas . . . 240
Física Estadística y Termodinámica . . . 240

Gravitación y Física Matemática . . . 241
Nanociencias y Nanotecnología . . . 241
Rayos Cósmicos . . . 241
Gravitación y Física Matemática . . . 242
Estado Sólido . . . 242
Física Atómica y Molecular . . . 242
Física de Plasmas . . . 242
Física Estadística y Termodinámica . . . 243
Gravitación y Física Matemática . . . 243
Nanociencias y Nanotecnología . . . 243
Rayos Cósmicos . . . 244
Estado Sólido . . . 244
Física Atómica y Molecular . . . 245
Física de Plasmas . . . 245
Física Estadística y Termodinámica . . . 245
Gravitación y Física Matemática . . . 245
Nanociencias y Nanotecnología . . . 246
Rayos Cósmicos . . . 246
Estado Sólido . . . 246
Física Atómica y Molecular . . . 247
Física de Plasmas . . . 247
Física Estadística y Termodinámica . . . 247
Gravitación y Física Matemática . . . 248
Nanociencias y Nanotecnología . . . 248
Rayos Cósmicos . . . 248
Estado Sólido . . . 248
Física Atómica y Molecular . . . 249
Física de Plasmas . . . 249
Física Estadística y Termodinámica . . . 249

Gravitación y Física Matemática . . . 249
Nanociencias y Nanotecnología . . . 250
Rayos Cósmicos . . . 250
Estado Sólido . . . 251
Física Atómica y Molecular . . . 251
Física de Plasmas . . . 252
Física Estadística y Termodinámica . . . 252
Gravitación y Física Matemática . . . 252
Nanociencias y Nanotecnología . . . 252
Rayos Cósmicos . . . 253
Física Estadística y Termodinámica . . . 253
Física Estadística y Termodinámica . . . 254
Física Estadística y Termodinámica . . . 254
Física Estadística y Termodinámica . . . 254

**SESIÓN SIMULTÁNEA (08:30–18:00), Jueves 8** **255**

Astrofísica . . . 255
COVID-19 . . . 255
Estado Sólido . . . 255
Física Estadística y Termodinámica . . . 255
Física Médica . . . 256
Óptica . . . 256
Astrofísica . . . 257
COVID-19 . . . 257
Estado Sólido . . . 257
Física Estadística y Termodinámica . . . 258
Física Médica . . . 258
Óptica . . . 258
Astrofísica . . . 259

Estado Sólido . . . 259
Física Estadística y Termodinámica . . . 259
Física Médica . . . 259
Óptica . . . 260
Astrofísica . . . 260
Estado Sólido . . . 260
Física Estadística y Termodinámica . . . 261
COVID-19 . . . 261
Óptica . . . 261
Astrofísica . . . 262
Estado Sólido . . . 262
Física Estadística y Termodinámica . . . 262
Física Médica . . . 263
Óptica . . . 263
Estado Sólido . . . 264
Física Estadística y Termodinámica . . . 264
Física Médica . . . 264
Óptica . . . 265
Información Cuántica . . . 265
Rayos Cósmicos . . . 265
Óptica . . . 266
Estado Sólido . . . 266
Partículas y Campos . . . 266
Estado Sólido . . . 266
Partículas y Campos . . . 267
Estado Sólido . . . 267
Partículas y Campos . . . 268
Estado Sólido . . . 268
Partículas y Campos . . . 268

Partículas y Campos . . . . . 269
Estado Sólido . . . . . 269
Partículas y Campos . . . . . 269
Estado Sólido . . . . . 270
Partículas y Campos . . . . . 270

**SESIÓN SIMULTÁNEA (08:30–14:00), Viernes 9** **271**

Estado Sólido . . . . . 271
Estado Sólido . . . . . 271
Física Estadística y Termodinámica . . . . . 271
Información Cuántica . . . . . 271
Óptica . . . . . 272
Partículas y Campos . . . . . 272
Estado Sólido . . . . . 272
Física Estadística y Termodinámica . . . . . 272
Información Cuántica . . . . . 273
Óptica . . . . . 273
Partículas y Campos . . . . . 273
Estado Sólido . . . . . 274
Física Estadística y Termodinámica . . . . . 274
Información Cuántica . . . . . 274
Óptica . . . . . 275
Partículas y Campos . . . . . 275
Estado Sólido . . . . . 275
Física Estadística y Termodinámica . . . . . 276
Información Cuántica . . . . . 276
Óptica . . . . . 276
Partículas y Campos . . . . . 276
Partículas y Campos . . . . . 277

Estado Sólido . . . . . 277

Física Estadística y Termodinámica . . . . . 278

Información Cuántica . . . . . 278

Óptica . . . . . 278

Partículas y Campos . . . . . 278

Estado Sólido . . . . . 278

Física Estadística y Termodinámica . . . . . 279

Información Cuántica . . . . . 279

Óptica . . . . . 280

Partículas y Campos . . . . . 280

Estado Sólido . . . . . 280

Física Estadística y Termodinámica . . . . . 281

Partículas y Campos . . . . . 281

# Sesiones Murales y Simultáneas

***Astrofísica***
***Línea (online)***

M1934 **Boosted-frame simulations of gamma-ray bursts** *Ana Lourdes Juárez García* (ana.juarez@correo.nucleares.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM; Fabio De Colle(fabio@nucleares.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM; Nissim Illich Fraija Cabrera(nifraija@astro.unam.mx), Insituto de Astronomía, UNAM; *Expositor.*
Numerical studies of gamma-ray bursts are challenging, mainly due to the very large scales and Lorentz factors involved. Indeed, with Lorentz factors of about 500-1000, a small error in the determination of the velocity leads to very large errors in the Lorentz factor. In this work, we show that ultra-relativistic jets can be solved much more efficiently by employing boosted frames. We present our implementation of a boosted frame into the special relativistic, hydrodynamic code Mezcal. The boosted frame moves in the direction of propagation of the jet, such that a jet with a Lorentz factor of 1000 in the lab frame, moves with a Lorentz factor of 22 in the boosted frame (which largely reduce numerical problems). By using the boosted frame code, we present the first multi-dimensional study of the early dynamical evolution of the jet. We analyse in particular the formation of the reverse shock and the lateral expansion of the jet, and we discuss the observational implications.

M1951 **Naturaleza y parámetros físicos de la estrella Delta Scuti AD CMi** *José H. Peña Saint Martín ( jhpena@astro.unam.mx), UNAM; Daniel Segura Piña(cdsegura@astro.unam.mx), IPN; Arturo Rentería Lartundo* (arenteria@astro.unam.mx), UNAM; Jorge Guillen Tavera(jorge.guillen@ciencias.unam.mx), OTRO; Hugo Huepa Cortés(hhuepa@astro.unam.mx), OTRO; *Expositor.*
A partir de datos obtenidos en observaciones desde los Observatorios Astronómicos Nacionales de Tonantzintla y San Pedro Martir se determinaron nuevos tiempos de máximo, en fotometría, de la estrella Delta Scuti AD CMi. En conjunto con una recopilación de tiempos de máximo de la literatura, así como datos con fotométria uvby $-\beta$ hemos determinado la naturaleza de esta estrella y sus parámetros físicos.

M2093 **Estudio a 1.1mm con AzTEC/GTM de una muestra de galaxias rojas de Herschel** *Alfredo Montaña Barbano* (amontana@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; Jorge A. Zavala(jzavala@utexas.edu), Universidad de Texas en Austin; Itziar Aretxaga Méndez(itziar@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; David H. Hughes(dhughes@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; *Expositor.*
Presentamos resultados derivados de observaciones a 1.1mm, con la cámara AzTEC del Gran Telescopio Milimétrico Alfonso Serrano (GTM), de 97 candidatas de galaxias luminosas con formación estelar oscurecida por polvo a alto corrimiento al rojo. La muestra fue seleccionada a partir de los colores infrarrojos de Herschel/SPIRE (S250μm <S350μm <S500μm). La resolución angular del GTM (FWHM 9" en su configuración de 32m de diámetro) muestra que al menos 18% de las fuentes detectadas se dividen en múltiples componentes. Esta fracción puede ser aún mayor si algunas de las fuentes no detectadas corresponden a sistemas múltiples, como sugieren los datos. Combinando las observaciones de AzTEC con los flujos de Herschel, corregidos por multiplicidad, derivamos corrimientos al rojo fotométricos, luminosidades infrarrojas y tasas de formación estelar. Nuestros resultados indican que 70% de las fuentes AzTEC asociadas a fuentes Herschel se encuentran a z>3, mientras que el 25% está a z>4. Algunos de los sistemas múltiples tienen miembros con corrimientos al rojo fotométricos compatibles, lo cual sugiere una posible asociación física entre ellos. Dada la separación angular de las componentes, éstas podrían estar asociadas a sobre densidades de galaxias o encontrarse en etapas tempranas de fusión.

M2208 **Radiogalaxias Grandes en el Rastreo VLASS alrededor del Polo Norte** *Jonhatan Uriel Guerrero González* (jonhugg@hotmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Heinz Andernach(heinz@astro.ugto.mx), Universidad de Guanajuato; María Del Rosario Pastrana Sánchez(pastrana@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*
La mayoría de las radiofuentes celestes provienen de las llamadas radiogalaxias (RGs) y cuásares (QSOs), con una luminosidad en radio tan alta que se pueden detectar hasta distancias mucho mayores que los objetos más débiles en los rastreos ópticos disponibles. Desde 1974 se empezaron a descubrir las radiogalaxias gigantes (GRGs) con una extensión de su radioemisión (proyectada en el plano del cielo) de más que 1 Mpc (1 mega pársec o 3.3 millones de años luz). En este trabajo aprovechamos las imágenes de un nuevo rastreo en ondas de radio, VLASS, en la región de 26 grados alrededor del Polo Norte, una región no cubierta por otros rastreos de alta resolución como FIRST, además de ser una región apenas recientemente cubierta por un rastreo óptico profundo, el Pan-STARRS.

Una inspección visual de unos 2000 imágenes (de 1 × 1 grado) del VLASS resultó en más de 2500 candidatos de radiogalaxias extendidas. Un análisis completo de estos candidatos arrojaron varias decenas de GRGs mayores a 1 Mpc, además de 150 GRGs mayores a 0.7 Mpc. Finalmente, se han integrado flujos de las fuentes de mayor extensión lineal a través del software Aladin, esto para determinar su luminosidad.

M2717 **Simulaciones rápidas para el modelo SFDM** *Alma Xóchitl González Morales(gonzalez.alma@ugto.mx), Universidad de Guanajuato; Stefany Guadalupe Medellín González* (sg.medellingonzalez@ugto.mx), Universidad de Guanajuato; Luis Arturo Ureña López(lurena@ugto.mx), Universidad de Guanajuato; *Expositor.*
En este trabajo hacemos uso del modelo Scalar Field Dark Matter (SFDM) para explorar la formación de estructura en el Universo. El modelo SFDM propone que la materia oscura es una partícula tipo bosón muy ligero con una masa de aproximadamente $10^{-22}$ eV cuya interacción con otras partículas es solamente gravitacional. Este modelo tiene un corte natural en el espectro de potencias de masa lineal que se ve reflejado en la supresión de la estructura a pequeñas escalas, lo cual abre la posibilidad de posibles diferencias respecto a LCDM. Se implemento el modelo en un código híbrido que usa la teoría 2LPT para grandes escalas y N-body para pequeñas escalas. Para nuestro análisis se toma el espectro de potencias de masa como observable para realizar una comparación entre los modelos LCDM y SFDM.

M2070 **Regiones de interacción de viento solar: ¿cuánto nos afectan y cómo podemos vigilarlas?** *Elsa Sánchez García* (elsasg@igeofisica.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Ernesto Aguilar Rodríguez(ernesto@igeofisica.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Juan Américo González Esparza(americo@igeofisica.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Esmeralda Romero Hernández(cefeyda_esm@yahoo.com.mx), Universidad Autónoma de Nuevo León; *Expositor.*
Las regiones de interacción (RI) son estructuras de gran escala de viento solar que se forman en el medio interplanetario cuando un flujo de viento solar rápido alcanza a un flujo de viento solar lento. Si estas estructuras de gran escala interaccionan con la magnetosfera terrestre pueden dar origen a las tormentas geomagnéticas. Las RIs son objeto de estudio para predicciones de clima espacial, por lo que es necesario entender su origen, evolución, geometría y su eficiencia. En este estudio, analizamos un conjunto de RIs que fueron observadas por la nave WIND durante el año 2018 y que se reportaron en el Laboratorio Nacional de Clima Espacial (LANCE). Revisamos algunas de las características geométricas de las RIs como lo son el tamaño de la región de interacción a una unidad astronómica, la transferencia de momento entre las corrientes de diferente velocidad, la posición relativa de la interfase de corriente y la geometría que presentó en su arribo al entorno geomagnético. Adicionalmente, cuantificamos la eficiencia que tuvo cada RI usando índices geomagnéticos globales (Kp y SYM-H), y locales (Kmex y Dst-mex). Finalmente, estudiamos las propiedades de las regiones fuente del viento solar rápido usando mapas sinópticos solares e imágenes en extremo ultravioleta.

M2766 **Detección y análisis de estallidos de radio Solares mediante el espectrómetro CALLISTO del Intituto de Geofísica, UNAM.** *Mariana Ortiz* (omarianayolanda@gmail.com), Instituto Politécnico Nacional; Alejandro Lara(alara@igeofisica.unam.mx), Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México.; *Expositor.*
Los estallidos de radio Solares, son eventos relacionados con diversos fenómenos que, a su vez, están asociados a la actividad Solar: regiones activas, fulguraciones, protuberancias de tipo eruptivo y EMCs que se producen a diferentes niveles de nuetro Sol. Dependiendo de su duración, intensidad y frecuencia, podemos clasificarlos en cuatro grupos principales: Tipo I, II, III y IV siendo los tipos II y III los de interés para este trabajo. E-Callisto, es un espectrómetro que trabaja en la banda de 45 a 840 MHz que cuenta con un receptor tipo heterodino y su aplicación esencial radica en la observación y detección de dichos estallidos de radio para el monitoreo del clima espacial. El análisis y procesamiento de las señales obtenidas a las frecuencias mencionadas con el espectrómetro del Instituto de Geofísica, resultan un problema complejo debido al ruido producido por la cercanía con otras fuentes de radio de origen humano. En el presente trabajo, se muestra un análisis y procesamiento detallado de las señales detectadas durante los ultimos tres años: de 2018 a 2020. Dicho análisis, incluye la caracterización de las fuentes de radio que producen las señales, la medición del flujo solar y, por último, la caracterización técnica del E-Callisto. Keywords: E-Callisto, estallidos de radio solares, señales.

M2424 **Relación de parámetros físicos de cúmulos estelares de las galaxias de Las Antenas** *Mauricio Sauzameda González* (a311107@uach.mx), Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario No. 90; Javier Zaragoza Cardiel(javier.zaragoza@um.es), INAOE; Daniel Espinobarro Velázquez(despinobarro@uach.mx), Universidad de Manchester; *Expositor.*
Se realizó un análisis espectroscópico con datos obtenidos del espectrógrafo de campo integral MUSE montado en el VLT de cúmulos estelares identificados con imágenes de HST. Nos enfocamos en los cúmulos de la zona de solapamiento entre estas galaxias interactuantes, a los que se les hizo un ajuste de las poblaciones estelares y de las líneas de emisión haciendo uso del software SINOPSIS. Presentamos la distribución espacial de las masas estelares, la tasa de formación estelar y las edades

de los cúmulos. Estudiamos también la relación entre la formación estelar, la masa estelar y de las edades de los cúmulos.

M2661 **¿Cómo buscar triángulos de forma eficiente para describir la materia en el Universo?** *Gustavo Niz Quevedo(nizphysics@gmail.com), Universidad de Guanajuato; Fidel Sosa Nuñez* (fidelsosan@gmail.com), Universidad de Guanajuato; *Expositor.*
Algunas de las técnicas utilizadas para entender cómo se distribuye la materia en el Universo son las funciones de correlación. Estas funciones contrastan muestreos de materia (por ejemplo posiciones de galaxias) con muestras distribuidas aleatoriamente. En particular, la Función de Correlación de Tres Puntos (3PCF) Isotrópica puede ser estimada a partir de histogramas que contienen la información de los posibles triángulos que pueden ser construidos con vértices en los datos o en las muestras aleatorias. Usualmente son utilizados catálogos aleatorios de gran densidad de puntos para reducir el ruido estadístico, lo que trae consigo un alto costo de tiempo y cómputo. Muestreos de galaxias de gran volumen de datos como LSST, DESI y Euclid, proveerán muestras de gran tamaño, por lo que urgen técnicas para minimizar los tiempos de cómputo. En este trabajo se exponen tres técnicas para el conteo de triángulos en cajas periódicas sin hacer uso de catálogos aleatorios (detalles en arXiv:2006.05434v2), lo cual representa una reducción significativa en recursos de cómputo. En este trabajo son comparados los resultados obtenidos utilizando esta técnicas.

M2026 **Inicio de un programa Espacial en la Universidad de Sonora** *Pablo Armando Loera González(pabloloerag@gmail.com), Universidad de Sonora; Julio Cesar Saucedo Morales(jsaucedo@cifus.uson.mx), Arizona State University; Andres Manuel Cota Santeliz* (cota.manuel@rocketmail.com), ITESM; *Expositor.*
Debido al auge de las tecnologías relacionadas con el protocolo cubesat y lo accesible que se han tornado hemos decidido iniciar el desarrollo de las capacidades necesarias para la construcción y operación de satélites con el fin de realizar estudios del espacio cercano a la Tierra y eventualmente participar en misiones compartidas a asteroides cercanos a la Tierra. Se describe el plan de la primer misión a baja órbita terrestre que tenemos planeada y en la cual ya hemos iniciado la fase de diseño del flat-sat.

M2506 **¿Qué determina la estructura del jet de un GRB corto?** *Gerardo Urrutia* (gerardo.urrutia@nucleares.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares; Fabio De Colle(fabio@nucleares.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares; Alejandro Raga Rasmussen(raga@nucleares.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares,UNAM; *Expositor.*
El estudio de la estructura del jet relativista de un destello de rayos gamma corto (sGRB) es fundamental porque tiene fuertes implicaciones, tanto en la dinámica del jet como en la emisión que este produce. Después de la fusión de dos estrellas de neutrones un jet relativista muy luminoso es lanzado entre el material de escombros y la emisión en rayos gamma del jet es conocido como sGRB. En el momento en que el jet es lanzado puede adquirir una estructura y morfología inicial que es consecuencia de elementos en el motor central, tales como, el disco de acreción, viento de neutrinos, campo magnético, tiempo en que dura encendido el motor central, etc. La influencia de todos los parámetros sobre el jet no puede ser reproducida al mismo tiempo debido a la complejidad del problema, entonces para el estudio de sGRB típicamente se supone un jet inicial sin estructura (top-hat), sin embargo mucha información sobre la dinámica y estructura final del jet se pierde limitando el conocimiento de los sGRBs. En nuestro estudio, mediante simulaciones numéricas de hidrodinámica relativista especial, hacemos una descripción más completa de los sGRBs. Suponemos tres estructuras iniciales del jet que se imponen a una distancia de $r^8$ cm del motor central. En la charla mostraremos que la estructura inicial final del jet después escapar del material de escobros (breackout) está fuertemente influenciada por la estructura inicial contrario a lo que se supone en modelos estándares. También discutiremos las implicaciones sobre la interpretación en las observaciones de estos eventos mediante los resultados obtenidos con la estructura final de jets estructurados.

M1986 **ESTUDIO ASTROMÉTRICO DE OBJETOS ESTELARES JÓVENES BINARIOS UTILIZANDO VLBI** *Norida Jazmín Ordonez Toro* (jazord14@gmail.com), Universidad de Guanajuato; Sergio Dzib Quijano(sdzib@mpifr-bonn.mpg.de), Instituto Max Planck, Bonn, Alemania; Josep María Masqué(josepmaria.masque@googlemail.com), Universidad de Guanajuato; *Expositor.*
Conocer las propiedades básicas de estrellas jóvenes como la distancia, masa, luminosidad, temperatura efectiva, etc., nos ayuda a comprender una de las áreas más importantes en astronomía que es la formación estelar. La astrometría de alta precisión nos permite determinar de la manera más directa dos de estos parámetros; la distancia y, en el caso de sistemas binarios, la masa. De hecho, trabajos astrométricos dedicados a unos cuantos sistemas binarios muestran que los modelos existentes de evolución estelar parecen subestimar las masas estelares (Azulay et al. 2015; Mathieu et al. 2007). Sin embargo, es necesario tener una muestra estadística mayor para confirmar o refutar estos resultados. De confirmarse los modelos de evolución estelar deberán ser refinados.
La dificultad de estudiar sistemas binarios con astrometría es que su separación angular es muy pequeña. En regiones de formación estelar cercanas (d<500 pc), los sistemas binarios jóvenes con periodos orbitales del orden de un

año a un par de décadas tienen separaciones angulares del orden de 0.01 arcosegundos o menores. Misiones astrométricas especializadas, como el telescopio Gaia, no podrán resolver estos sistemas. Además, las estrellas se forman en densas nubes que oscurecen su emisión en el óptico, pero que son transparentes en las longitudes de onda de radio, haciendo esenciales los estudios en longitudes de onda más largas con alta resolución angular y alta precisión astrométrica. La interferometría de muy larga base del ***Very Long Baseline Array*** **(VLBA)** proporciona resoluciones angulares de alrededor de 0.001 arcosegundos y altas precisiones astrométricas entre 10 y 50 micro arcosegundos (Reid et al. 2014), ideales para estudiar este tipo de sistemas estelares en los que se enfoca este trabajo. El VLBA sólo detecta fuentes con temperaturas de brillo muy altas ($T_B$ >$10^6$ K), por lo tanto los objetivos comunes son los Objetos estelares jóvenes (YSOs por sus siglas en inglés) magnéticamente activos que producen una fuerte emisión de girosincrotón en sus coronas, detectables con estos instrumentos (Güdel 2002). Dado que una fracción significativa de las estrellas confirmadas con actividad magnética son binarias jóvenes estrechas con separaciones de unas pocas décimas de mili arcosegundos, con la muy alta resolución angular del VLBA y más específicamente con la técnica de interferometría de líneas de base muy largas (VLBI por sus siglas en inglés), se pueden determinar los parámetros orbitales, como el período, que permite estimar las masas de las componentes individuales de estos sistemas. La masa y la distancia son parámetros clave utilizados para modelar correctamente la evolución de los YSOs.

M2052 **Diseño Óptico de un Polarímetro para el estudio de cuerpos menores del Sistema Solar** *Salvador Abraham Medina Rangel* (salam@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; Abraham Luna Castellanos(aluna@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; Jorge Castro Ramos(jcastro@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; Claudio Pernechele(claudio.pernechele@inaf.it), National Institute of Astrophysics; Enrique Omar Serrano Bernal(arthas@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; *Expositor.*
Con el objetivo de estudiar la composición física de asteroides mediante técnicas polarimétricas, se presenta el diseño óptico de un polarímetro óptico sin partes móviles que emplea un prisma doble Wollaston con cuñas (WeDoWo) y que permite obtener los haces polarizados en una sola exposición.
El estudio de la composición de los asteroides típicamente se lleva a cabo mediante espectrometría, fotometría y polarimetría; esta última técnica adquiere relevancia porque permite estudiar detalladamente el material superficial de los asteroides, o regolito, y realizar una adecuada clasificación. Para aplicar esta técnica es necesario contar con un polarímetro con bajo error de polarización instrumental, condición que se consigue con la obtención de manera instantánea de las imágenes a los cuatro ángulos necesarios para la determinación de los parámetros de Stokes I, Q y U correspondientes, que son la herramienta matemática usual para determinar la polarización lineal. El polarímetro se proyecta como un instrumento que pueda acoplarse al telescopio de 2m de diámetro del Observatorio Astrofísica Guillermo Haro de Cananea Sonora, OAGH. Este dispositivo permitirá la obtención de las características polarimétricas de objetos astronómicos tales como asteroides, cuásares y estrellas, entre otros.
El presente trabajo muestra el diseño óptico del polarímetro simulado con el software OpticsStudio (Zemax) y Solid Works, así como las pruebas en laboratorio del conjunto de prismas. El diseño óptico incluye lentes de campo, colimador, prismas WeDoWo, cámara de enfoque y un CCD de 27.6 mm x 27.6 mm, que una vez montado en el telescopio del OAGH producirá simultaneamente para cada haz en bandas ópticas, las cuatro imágenes en los ángulos de polarización requeridos, con un campo de 1x5 arcmin para cada una de ellas.

M2229 **En búsqueda de muestras de un Universo anisotrópico.** *Vianey Garnica Valle* (vianeygv.97@hotmail.com), Universidad Autónoma de Nuevo León; Josué Yael Aguirre Muñoz(geimsyael@hotmail.com), Universidad Autónoma de Nuevo León; *Expositor.*
Uno de los pilares mas importantes de la cosmología es que el Universo se expande isotrópicamente. Sin embargo, resultados obtenidos por Chandra X-Ray Observatory y ESA/s XMM-Newton muestran que lo anterior puede no ser del todo correcto. Para este caso, tenemos que el gas emitido por radiación de un cúmulo estelar en rayos-X es medido y captado por Chandra X-Ray. Analizando el espectro de cada cúmulo podemos entonces obtener su temperatura. No obstante, tenemos otra manera de determinar la temperatura de un cúmulo estelar; la relación entre temperatura de un gas caliente prevalente en una galaxia de cúmulos estelares y la cantidad de rayos-X producidos, conocida como luminosidad de rayos-X de conglomerados de cúmulos estelares, siendo estos conglomerados las mayores estructuras ligadas gravitacionalmente en el Universo. Podemos encontrar la relación de a mayor temperatura del gas en un cúmulo, a mayor luminosidad se encontrara. Esto muestra la velocidad de expansión de cada uno de ellos. Comparando las velocidades con otros métodos de expansión se puede encontrar que existen otras irregularidades; la energía oscura. Un análisis de 313 conglomerados estelares conteniendo 237 cúmulos observador por Chandra con una exposición de 191 días, y 76 conglomerados observados por XMM-Newton, con un total de 35 días de exposición resalto que A2199, RXCJ1504.0-0248, A85 y A3667 muestran un 31% de mayor dispersión que los demás en el espacio, respaldando un posible Universo anisotrópico.

Para esto, tenemos dos posibles explicaciones: una de estas es que grupos de cúmulos estelares pueden estar moviéndose en conjunto, pero no por la expansión cósmica, lo cual podría conducir a errores en la formulación de la luminosidad de estos. Otra explicación es que el Universo no es igual en todas las direcciones. Una razón para esto es que la energía oscura causa diferentes rangos de expansión. Otra posible razón que podría explicar el comportamiento de estos conglomerados es la existencia de galaxias enanas alrededor de ellos, las cuales poseen grandes niveles de absorción de rayos-X y que puede llegar a absorber parte de la luminosidad emitida de los cúmulos.
A pesar de estas posibles teorías, aun no contamos con la suficiente información para que una de estas explicaciones domine a la otra. Adicionalmente, si estas hipótesis son considerables, ambas explicaciones tendrían complicaciones. En conclusión, se tiene que cúmulos en regiones de baja absorción tienen el mismo comportamiento que cúmulos en regiones de alta absorción, con las correcciones necesarias.

M1967 **X-ray sources variability in the 1.75 Ms Ultra Narrow Deep Field observed by XMM-Newton** *Mauricio Elías Chávez* (Mau_584@hotmail.com), Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y Electrónica; Anna Lia Longinotti(annalia@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y Electrónica; Yair Krongold Herrera(yair@astro.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*
In this work we present preliminary results of the analysis of multi-epoch variability of 301 X-ray sources detected in one of the deepest field observed by XMM-Newton. The survey consists of 13 observations taken during 2 years within a field of view of 0.241 $deg^2$ and with a total exposure time of 1.75 Ms. We studied light curves of the sources, their statistically variability through the Normal Excess Variance parameter ($\sigma^2_{rms}$) and their variability index using the $V$ parameter. For a subsample of 195 AGNs candidates with optical counterparts, photometric redshift measurements ($z_{photo} = 0 - 0.8$) and X-ray Luminosities in the range $10^{41} - 10^{44}$ $\mathrm{erg\,s^{-1}}$), we investigated the $\sigma^2_{rms}$ and $V$ parameters as a function of redshift, luminosity and Black hole mass. We will present preliminary results on the variability of 19 transient candidates, 12 of which are consistent with AGN in outburst or Tidal disruption events.

M2526 **El rol de la barra estelar en la alimentación del núcleo activo galáctico B3 1702+457** *Juan Eduardo Lazcano Alonso* (eduardolazcanoalonso@gmail.com), Escuela Preparatoria no. 2, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo; Alejandro Olgín Iglesias(alejandroolginiglesias@gmail.com), Instituto Nacional de Astrofísica, óptica y electrónica; Vahram Chavushyan(vahram@inaoep.mx), Observatorio Astrofísico Especial de la Academia de Ciencias de Rusia; Carlos Arturo Soto Campos(csoto@uaeh.edu.mx), Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional; Roberto Noriega Papaqui(rnoriega@uaeh.edu.mx), Instituto de Física "Luis Rivera Terrazas"- Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Pedro Amado Miranda Romagnoli(pmiranda@uaeh.edu.mx), Doctorado en Optoelectrónica, Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*
Los objetos Seyfert 1 son un tipo de núcleo activo de galaxia (NAG) caracterizados por sus fuertes líneas en emisión observadas en su espectro óptico y ultravioleta. Un subtipo de objeto Seyfert es el Seyfert de líneas angostas (NLSy1s, por sus siglas en inglés) que, como su nombre lo indica muestra líneas relativamente angostas (FWHM of Hbeta $< 2000$ km $\mathrm{s}^{-1}$), también relaciones de flujo ([OIII]/Hbeta $< 3$) y fuertes líneas de FeII, lo que sugiere que su agujero negro central es menos masivo que en otras clases de NAGs y por tanto, su tasa de alimentación es mayor. Las propiedades a gran escala de sus galaxias anfitrionas son a menudo invocadas para explicar las mayores eficiencias en la alimentación del agujero negro. Asimismo, se cree que las barras estelares (bandas de estrellas que abarcan de extremo a extremo una galaxia), que son una componente observada en algunas galaxias (y a menudo en las galaxias que hospedan NAG tipo Seyfert) son capaces de llevar grandes cantidades de gas al centro galáctico para alimentar al agujero negro y potenciar al NAG. En este trabajo, utilizamos imágenes profundas de alta resolución en las bandas B y R, tomadas con el Telescopio Nórdico Óptico (NOT, por sus siglas en inglés) y mostramos evidencia observacional de cómo una barra estelar en la NLSy1 B3 1702+457 es capaz de canalizar el gas hacia el centro de la galaxia a través de carriles de polvo revelados después de un cuidadoso modelado morfológico del brillo superficial de las imágenes de la galaxia.

M2456 **Digitalización del Radiotelescopio MEXART del LANCE: nuevas posibilidades para estudios radioastronómicos a 140 MHz** *Julio Cesar Mejía Ambriz* (jcmejia007@gmail.com), Laboratorio Nacional de Clima Espacial, Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México; Ernesto Aguilar Rodríguez(ernesto@igeofisica.unam.mx), Laboratorio Nacional de Clima Espacial, Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México; Juan Américo González Esparza(americo@igeofisica.unam.mx), Laboratorio Nacional de Clima Espacial, Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México; Ernesto Andrade Mascote(eandrade@geofisica.unam.mx), Laboratorio Nacional de Clima Espacial, Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México; Pablo Villanueva Hernández(pablo@geofisica.unam.mx), Laboratorio Nacional de Clima Espacial,*

*Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México; Oyuki Chang(oyuki.chang@stfc.ac.uk), Rutherford Appleton Laboratory Space, United Kingdom; Esmeralda Romero Hernández(esmeralda.romerohdz@uanl.edu.mx), Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas; Adan Espinosa Jimenez(adan.espinosa.jimenez@gmail.com), Laboratorio Nacional de Clima Espacial, Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México; Víctor Hugo De La Luz(vdelaluz@enesmorelia.unam.mx), Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad Morelia, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

El Mexican Array Radio Telescope (MEXART), del Instituto de Geofísica de la UNAM, es un instrumento del Laboratorio Nacional de Clima Espacial (LANCE) que observa el cielo a una frecuencia central de 140 MHz. Este radiotelescopio está ubicado en Coeneo, Michoacán, y cuenta con una antena compuesta de un arreglo rectangular de dipolos que cubre 9800 $m^2$. Desde el año 2005 al 2019, el MEXART ha estado dedicado principalmente para estudios de viento solar mediante observaciones de centelleo interplanetario . Contaba con un sistema analógico para hacer una formación de 16 haces fijos en el meridiano local. A partir del 2020, el sistema de formación de haces y en general el back-end del MEXART se ha digitalizado mediante tecnología FPGA para estar en el estado del arte en adquisición de datos de radio. Con la digitalización se cuenta con 64 haces, 63 apuntando a distintas declinaciones fijas al meridiano local y un haz libre que se puede apuntar a cualquier declinación. Los haces pueden observar simultáneamente y aprovechando la rotación de la Tierra, MEXART opera como instrumento de tránsito que puede barrer el radio cielo en 1 día. Se amplió el ancho de banda de 2 MHz a 12.5 MHz, el nuevo ancho está compuesto de 512 canales de 25 KHz que pueden ser seleccionados para poder operar con distintos anchos de banda, y en su caso eliminar interferencias en algunas bandas. El nuevo sistema digital permite también tomar muestras con tiempo de muestreo de hasta 1ms. En este trabajo mostramos diferentes estudios radioastronómicos que ahora se pueden explorar en la banda de 133.5 a 145 MHz con el MEXART. Además de centelleo interplanetario, ahora se pueden incluir diversos estudios de impacto en el clima espacial como estallidos solares (solar radio bursts), seguimiento de regiones activas solares en radio y centelleo ionosférico. En estudios radio astrofísicos en general como identificación y seguimiento de pulsares, reconocimiento de estallidos rápidos de radio (fast radio bursts), elaboración de un catálogo de objetos captado por el MEXART y caracterización del radio cielo con la creación de un mapa de temperaturas a 140 MHz. Mostraremos algunos resultados que se han obtenido respecto a algunas de estas áreas de investigación.

M2181 **Detección y caracterización de la barra estelar de la galaxia anfitriona de MRK 382.**

*Alfredo Amador Portes* (am276592@uaeh.edu.mx), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo; Alejandro Olguín Iglesias(alejandroolguiniglesias@gmail.com), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo; Ricardo Yael Pérez Rincón(pe278591@uaeh.edu.mx), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo; Carlos Arturo Soto Campos(csoto@uaeh.edu.mx), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo; *Expositor.*

Es un hecho ampliamente aceptado que las barras galácticas (bandas de estrellas que abarcan de extremo a extremo una galaxia), redistribuyen la masa y el momento angular y por tanto impulsan la evolución secular (evolución lenta y constante) y dinámica de sus galaxias. Según una inmensa cantidad de evidencia que incluye, concentraciones de gas molecular central, campos de velocidad y formación estelar, las barras estelares tienen una fuerte influencia sobre su galaxia anfitriona, llegando incluso a pensarse que juegan un papel muy importante en la alimentación de los agujeros negros supermasivos responsables de los fenómenos más energéticos en el Universo; los Núcleos Activos de Galaxias (NAG). Es por lo anterior que conocer las propiedades de estas componentes, resulta de gran interés para el estudio de diversos temas de la astronomía galáctica y extragaláctica. En este trabajo, detectamos y caracterizamos la barra en la galaxia anfitriona del NAG del tipo NLSy1 (Seyfert 1 de líneas angostas, por sus siglas en inglés) MRK 382. Usando imágenes profundas y de alta resolución del Telescopio Espacial Hubble aplicamos la técnica descrita por Jogee et al. 2002 para detectar y caracterizar barras. Ajustamos elipses a la distribución de brillo superficial de la imagen de la galaxia utilizando la rutina estándar de IRAF (Image Reduction and Analysis Facility) "ELLIPSE". En los perfiles radiales analizamos los cambios en elipticidad (e) y ángulo de posición (AP) del brillo superficial de la galaxia e identificamos los elementos característicos de una barra, los cuales son: 1) un máximo global en elipticidad (emax) mayor a 0.25, 2) un AP relativamente constante (que no varíe más de 20 grados) a lo largo de la supuesta barra y 3) al final de la barra, una caída en la elipticidad y en general un cambio en el ángulo de posición (transición entre barra y disco). Con este procedimiento encontramos que la galaxia anfitriona del objeto MRK 382 cuenta con una barra, siendo su elipticidad de e=0.62 y su extensión de 20".

M2265 **Consistencia del modelo de emisión de una zona con las correlaciones observadas en los blazares Mrk 401, Mrk 501 y 1ES 1959+650**

*Mitsa Marisol Castellanos Pineda* (michii98cas@gmail.com), Instituto de Investigación en Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad San Carlos de Guatemala; Joselyn Mabel Osorio Archila(jmosorio@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía de la Universidad Nacional Autónoma de México; Maria Magdalena González*

*Sánchez(magda@astro.unam.mx), Instituto de Astronomia de la Universidad Nacional Autónoma de México; Jose Rodrigo Sacahui Reyes(jrsacahui@gmail.com), Instituto de Investigación en Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad San Carlos de Guatemala; *Expositor.*
Los Blazares, un tipo de galaxia activa altamente variable, presentan una distribución espectral característica con dos picos adecuadamente descrita mediante emisión leptónica de una zona. Bajo este escenario el primer pico se interpreta como emisión sincrotrón mientras que el segundo como emisión Compton Inversa de una misma población de electrones (SSC). Este modelo predice correlaciones entre emisiones a energías de rayos-X con fotones de rayos gamma energéticos. Observacionalmente se han reportado estas correlaciones para los blazares Mrk 401, Mrk 501 y 1ES 1959+650. En el presente trabajo presentamos un estudio de la consistencia de la correlación a estas energías, el impacto sobre estas de la descripción observacional del espectro y sobre las restricciones en los valores de parámetros del modelo de emisión leptónico de una zona que predicen adecuadamente estas correlaciones .

M2669 **Numerical Simulations on Cepheus-E** *Pedro Ruben Rivera Ortiz* (pedro-ruben.rivera-ortiz@univ-grenoble-alpes.fr), Université Grenoble Alpes, Institut de Planetologié et d'Astrophysique de Grenoble; Bertrand Le Floch(bertrand.lefloch@univ-grenoble-alpes.fr), Université Grenoble Alpes, Institut de Planétologie et d'Astrophysique de Grenoble; Cecilia Ceccarelli(cecilia.ceccarelli@univ-grenoble-alpes.fr), Université Grenoble Alpes, Institut de Planétologie et d'Astrophysique de Grenoble; André Schützer(andre.schutzer@univ-grenoble-alpes.fr), Université Grenoble Alpes, Institut de Planétologie et d'Astrophysique de Grenoble; *Expositor.*
Presentamos un conjunto de modelos de un jet molecular viajando sobre un medio estratificado en densidad y temperatura. Estos modelos son comparados con las observaciones del outflow producido por la fuente Cepheus E-A y son el resultado de aplicar el código WALKIMYA, un código hidrodinámico axisimétrico de malla adaptativa que resuelve simultáneamente una red de reacciones químicas asociadadas a la formación y destrucción de la molécula de CO. De esta manera hemos logrado reproducir la edad, el ancho, el largo, la tasa de pérdida de masa y la emisividad de la transición $J = 2 \rightarrow 1$. Además, generamos diagramas posición-velocidad que muestran el mezclado del material inyectado por el jet y el medio interestelar, que también coinciden con la estructura cinética de la región modelada.

M2210 **Subsistema de Avionics en la misión Colibrí** *Bernardo Muñoz Bassol* (0178863@up.edu.mx), Universidad Panamericana; Jose Manuel Macias Loera(0185228@up.edu.mx), Universidad Panamericana; Marco Antonio Salinas Miranda(0210803@up.edu.mx), Universidad Panamericana; Sebastian Muñoz Bassol(0224205@up.edu.mx), Universidad Panamericana; Ariadna Gutierrez De La Riva(0223888@up.edu.mx), Universidad Panamericana; Héctor Eduardo Gilardi Velázquez(hgilardi@up.edu.mx), Universidad Panamericana; *Expositor.*
La palabra Avionics deriva de "aviation electronics". Su principal objetivo es proveer el hardware adecuado para la administración y supervivencia de la aeronave, en este caso el CubeSat. Y su objetivo secundario es ejecutar las administrar, controlar y apoyar a la carga útil. En este trabajo se analiza un panorama general, desde la arquitectura electrónica, la manera en la que se estructuran, conectan y comunican entre sí los diferentes dispositivos electrónicos de la aeronave, hasta un análisis particular por componente, tanto para selección de componentes comerciales, como para diseño de componentes especializados para la misión. Se presenta el diseño del subsistema asumiendo que una arquitectura centralizada podrá tener la capacidad de ejecutar todas las tareas requeridas en tiempo y forma, además que los demás subsistemas tienen seleccionados componentes que ya realizan por sí mismos varias de las tareas de control.

M2944 **Función inicial de masa estelar estocásticamente poblada: Análisis de modelos con gas y de observaciones de HST** *Rogelio Orozco Duarte* (rorozco@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México; Aida Hortensia Nava Bencheikh(awofford@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*
Analizamos fotometría NUV, U, B, V e I de cúmulos estelares de baja masa ($<10^4$ $M_\odot$) localizados en la galaxia espiral NGC 7793. Las observaciones se obtuvieron con el telescopio espacial Hubble. Para el análisis utilizamos modelos de síntesis de poblaciones (MSP) en donde la función inicial de masa estelar (FIM) está estocásticamente muestreada. Investigamos el efecto de incluir la contribución del gas ionizado en la fotometría sintética. Derivamos la masa en estrellas, edad y extinción de los cúmulos observados vía inferencia bayesiana. Encontramos que: i) el gas juega un papel significativo en los filtros V e I a edades de 1 $Myr$, para cúmulos de $<10^4$ $M_\odot$ y ii) MSP estocásticos pueden explicar observaciones de cúmulos de baja masa y aislados en la galaxia NGC 7793. Mostramos que cuando se emplean modelos en donde se han hecho aproximaciones a la contribución del gas ionizado, las edades, masas y extinciones determinadas para los cúmulos estelares son similares a las que se obtienen utilizando modelos con un modelo completo de fotoionización. Los resultados que se presentan son los de una tesis de maestría.

M2293 **Estudio de las propiedades físicas de galaxias polvorientas a alto corrimiento al rojo**

**usando SLEDs.** *Marianela Quirós Rojas* (mquiros@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; Arturo Iván Gómez Ruiz(aigomez@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; Alfredo Montaña Barbano(amontana@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; *Expositor.*

Caracterizar el gas frío y la formación estelar en galaxias polvorientas con formación estelar a alto corrimiento al rojo es un tema de amplio estudio en la actualidad. Diversos estudios indican que la historia de tasa de formación estelar posee un máximo alrededor de corrimientos al rojo 2, donde un gran porcentaje de las estrellas que vemos hoy en día fueron formadas. Dado que la mitad de la formación estelar está obscurecida por polvo, telescopios de última generación en longitudes de ondas radio, sub milimétricas y milimétricas, como el Gran Telescopio Milimétrico (GTM), han logrado dar una nueva luz para el estudio de las propiedades físicas del medio interestelar de galaxias obscurecidas por polvo a altos corrimientos al rojo. En este póster se presenta un proyecto encaminado al desarrollo de una malla de modelos de transferencia radiativa, utilizando diversos parámetros físicos como densidad de volumen de H2 y temperatura cinética, con el fin de ser comparados con las distribuciones espectrales de energía de línea (SLED por sus siglas en inglés) de una muestra de galaxias polvorientas con formación estelar a $z > 2$. Esta muestra es seleccionada con datos del telescopio espacial HERSHEL y estudiada con mediciones realizadas por el GTM y obtenidas en la literatura. Los modelos nos permitirán hacer predicciones de las intensidades de transiciones de más bajo J del CO, las cuales son a menudo utilizados en las determinación de propiedades de las galaxias.

M2107 **The Near-Infrared Polarization of the Pre-Planetary Nebula Frosty Leo** *Enrique Omar Serrano Bernal* (arthas@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y Electrónica; Laurence Sabin(lsabin@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía de UNAM; Abraham Luna(aluna@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y Electrónica; Devaraj Rangaswamy(dev@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y Electrónica; Divakara Mayya(ydm@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y Electrónica; Luis Carrasco(carrasco@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y Electrónica; *Expositor.*

We present a near-infrared imaging polarimetric study of the pre-planetary nebula: Frosty Leo. The observations were carried out in J, H and K' bands using the new polarimeter POLICAN mounted on the 2.1m telescope of the Guillermo Haro Astrophysical Observatory, Sonora, Mexico. The most prominent result observed in the polarization maps is a large and well defined dusty envelope (35 arcsec diameter in H-band). The polarization position angles in the envelope are particularly well ordered and nearly parallel to the equator of the nebula (seen in J and H bands). The nebula presents a known bipolar outflow and the envelope completely wraps around it. Within the bipolar lobes, we find high polarization levels ranging from 60% (J band) to 90% (K' band) and the polarization angles trace a centrosymmetric pattern. We found the remnants of superwind shells at the edges of the bipolar lobes and the duration of this phase is around 600 yrs. The origin of polarization features in the nebula is most likely due to a combination of single and multiple scattering. Our results clearly demonstrate new structures that provide new hints on the evolution of Frosty Leo from its previous asymptotic giant branch phase.

M2871 **Deep learning atmospheric filtering for ground-based millimeter astronomy** *Itziar Aretxaga Méndez(itziar@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofisica Optica y Electronica; Alejandra Rocha* (rochasolache@gmail.com), Instituto Nacional de Astrofisica Optica y Electronica; *Expositor.*

In ground based millimeter astronomy, the structured noise caused by atmospheric turbulence is still the major challenge for data processing and calibration. Classical statistical methods force the astronomer to make an uncomfortable decision, either to content herself with a noisy map or to erase valuable astrophysical information. We introduce a novel and experimental approach based on deep learning neural networks to clean the highly structured noise recorded by the atmosphere in time domain. Neural networks allow us to abstract the temporal data into a highly non-linear representation where the noise patterns are easier to handle. We implement an architecture composed of long-short term memory cells along with an incremental training strategy that reports an enhanced signal-to-noise ratio that is unchallenged by classical methods. This proof of concept is scalable to the big data requirements of modern astronomy, in which, instruments like MUSCAT and TolTEC on board of the Large Millimeter Telescope are headed to revolutionize our understanding of the high redshift universe.

M2109 **Estudio óptico-NIR de cuasares radio fuertes.** *Mary Loli Martínez Aldama(mmary@cft.edu.pl), Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México; Jose Carlos Reyes Jaramillo* (jcreyes@astro.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias, Ciudad Universitaria; Castalia Alenka Negrete Peñaloza(alenka@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria; *Expositor.*

Los Núcleos Activos de Galaxias, conocidos como AGN por sus siglas en inglés, son objetos astrofísicos que deben su intensa actividad a la caída de material hacia el agujero negro súper masivo central, el cual forma un disco de acreción. Una forma de estudiar el gas alrededor de

estos objetos es a través del análisis multicomponente del continuo subyacente y de las líneas de emisión que se observan en su espectro electromagnético. Con esta información se pueden inferir propiedades importantes de los AGN tales como la masa del hoyo negro o la tasa de acreción, así como la cinemática del gas derivada del estudio de líneas de emisión anchas y delgadas. El presente trabajo muestra un análisis multicomponente de una muestra de ocho cuasares radio fuertes en el espectro óptico y cercano infrarrojo con z 0.44. Usaremos el espacio de parámetros determinado por el Eigenvector 1 (E1; Sulentic et al. 2000) que define la Secuencia Principal de AGN tipo 1 para organizar las propiedades de los objetos estudiados. El análisis en el espectro óptico se realizó usando los espectros del SDSS DR12 en el rango 4200-5400A, donde son emitidas las líneas en emisión de Balmer (Hbeta y Hgamma), así como el pseudo-continuo formado por los multipletes de FeII. Por otro lado, para el análisis en el cercano infrarrojo se usaron espectros observados con el instrumento ISAAC del Very Large Telescope (VLT) en el rango de 7900-9100A. En esta zona son emitidos el OI 8446, triplete de CaII y un pseudocontinuo de FeII. El comportamiento encontrado es semejante al observado en muestras previas, particularmente en la zona del cercano infrarrojo, lo cual indicaría que en los objetos radio fuertes también son emitidas con un gran intensidad líneas muy baja ionización como el CaII o el FeII.

M2664 **Agrupamiento de galaxias en grandes censos cosmológicos** *Itziar Aretxaga Méndez(itziar@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; Alfredo Montaña Barbano(amontana@inaoe.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; Edgar Peralta Sánchez* (edgarbperalta@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; *Expositor.*

En este trabajo se desarrollan herramientas estadísticas para el estudio de la distribución espacial y el agrupamiento de galaxias submilimétricas observadas en censos cosmológicos, en particular, para futuras observaciones con la cámara TolTEC en el observatorio GTM. Se toma como base las posiciones, flujos y corrimientos al rojo de una simulación computacional de más de cien mil galaxias distribuidas en un campo de 1 grado cuadrado. Se desarrolla la función de correlación angular y espacial a partir del estimador de Landy-Szalay (2003). Este estimador se aplica a las fuentes de la simulación con lo que se obtiene información sobre el agrupamiento de estas fuentes en distintas épocas del universo, que además de brindar información sobre la dinámica y estructura del universo, también permite calcular la cantidad de materia oscura sobre la cual se agrupan las galaxias. Con esto se pretende entender y analizar a qué escalas angulares y espaciales se distribuyen preferentemente las galaxias submilimétricas y su evolución. Tomando en cuenta las características de observación del observatorio GTM y la cámara TolTEC, se obtienen resultados para los valores de la función de correlación y para la medida de agrupamiento que se espera medir en futuras observaciones.

M2013 **Jet uniformemente acelerado en un medio ambiente homogéneo** *Jorge Iván Castorena Gómez* (jicastorena@correo.nucleares.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM; Alejandro Raga Rasmussen(raga@nucleares.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM; Ary Rodríguez González(ary.rdz@gmail.com), Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM; Alejandro Esquivel(esquivel@nucleares.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM; Liliana Hernández Martínez(lilihe.mtz@gmail.com), Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM; *Expositor.*

Los objetos estelares jóvenes suelen presentar eyecciones bipolares de material colimado capaz de alcanzar velocidades hipersónicas. Aunque aún no se conoce del todo el mecanismo mediante el cual se producen estas eyecciones, se tiene certeza respecto a lo siguiente: la variabilidad en la velocidad de eyección de un jet produce *nudos* con emisión en el óptico, conocidos como objetos HH. Estudios observaciones de objetos como HH111 y HH34, han mostrado que el flujo que los produce adquiere mayores velocidades a medida que se encuentra más alejado de la fuente. Es decir, se han observado ”aceleraciones” en la velocidad del fluido a lo largo del jet. Estas aceleraciones sólo pueden explicarse si se considera que la variabilidad en la velocidad de eyección es dependiente del tiempo. En este trabajo presentamos resultados analíticos y numéricos para el modelo de un jet con aceleración uniforme. Los modelos analíticos los construimos a partir de dos formalismos: centro de masa y balance de *ram pressure*. Las resultados numéricos los obtuvimos a partir de simulaciones hidrodinámicas axi-simétricas en una malla fija con una resolución espacial máxima de 30 UA.

M2718 **Identificación de fuentes galácticas como progenitores de neutrinos de muy altas energías.** *Antonio Galván Gámez* (agalvan@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía, U.N.A.M.; Nissim Illich Fraija Cabrera(nifraija@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía, U.N.A.M.; Antonio Marinelli(antonio.marinelli@pi.infn.it), Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, Sezione di Pisa; *Expositor.*

La astronomía multimensajera ha sido fundamental para poder develar el origen de los neutrinos de altas energías detectados por el observatorio IceCube, así como los mecanismos físicos que los producen. Fuentes galácticas conocidas como PeVatrones son candidatos a producir neutrinos de altas energías. El mecanismo de producción es vía procesos hadronicos vía protón-protón, los cuales producen piones ($\pi$). Los piones neutros ($\pi^0$) decaen en rayos gamma de muy altas energías, mientras que cadenas de decaimiento de piones cargados ($\pi^{\pm}$) producen un flujo

de neutrinos de altas energías. El observatorio de rayos gamma HAWC ha dado a conocer la existencia de 4 fuentes galácticas capaces de emitir fotones con energías mayores a los 100 TeV. Una de estas cuatro fuentes son; el cangrejo, eHWC J1825-134, eHWC J1907+063 y eHWC J2019+368. Adicionalmente han propuesto a la fuente HAWC J2227+610 de estar asociada con la remanente de supernova G106.3+2.7, candidata a ser PeVatron. En este trabajo se presenta un modelo lepto-hadrónico con el cual se busca modelar la distribución espectral de energía de estas fuentes, así como también estimar un flujo de neutrinos provenientes de estas fuentes y el tiempo de detección necesario para detectar neutrinos por IceCube.

**M2561 LA CATÁSTROFE EN EL INFRARROJO: LA CONTRADICTORIAMENTE ALTA TEMPERATURA DE LA CORONA SOLAR** *Alfonso Israel Gastélum* (lafisicadelfuturo@gmail.com), Universidad de Guadalajara Antes: Facultad de Ciencias Químicas Hoy: CUCEI; *Expositor.*

El contradictorio gradiente de las temperatura solar, la corona debería ser de menor temperatura que la superficie, el problema no reside en el generador, pues el Sol genera el espectro completo, generando todas las frecuencias en su núcleo, ahí se efectúan la mayor cantidad de reacciones solares, el problema reside en por qué el Sol distribuye las frecuencias del espectro en las diferentes zonas.

El espectro electromagnético no es expresado correctamente sobre una línea. El par: positrón-electrón, genera todo el espectro, pero tiene 3 puntos de inflexión muy bien definidos: El vértice negativo: eléctrico, bajas frecuencias, baja penetración, altas temperaturas: rayos infrarrojos, junto a ese vértice están las radio frecuencias. El vértice positivo: magnético, altas frecuencias, alta penetración, bajas temperaturas: luz ultravioleta, junto a ese vértice están los rayos X y los rayos gamma. En el vértice neutro, electromagnético: luz blanca, Esos 3 puntos de inflexión corresponden a los 3 vértices de un triángulo equilátero, el espectro se debe expresar sobre las aristas de un triángulo equilátero. El arco eléctrico de las soldadoras generan los 3 puntos de equilibrio: infrarrojo-luz blanca-luz ultravioleta. En el experimentum crucis de Newton emergen 2 rayos con sus espectros completos, que son los 2 lados opuestos de la luz, postulados por Étienne Malus, con eso se construyó un patrón de la luz, conformado por 2 triángulos equiláteros, uno por rayo. El Sol y la vela distribuyen su energía de la misma manera y la emiten en frecuencias separadas, el problema estriba en cómo el Sol emite las diferentes frecuencias, el problema no atañe como las genera. Si a la foto de rayos X de la estrella binaria Sirio B, se le sobrepone al patrón la emisión de rayos X, determinan 6 puntos en el patrón, que son la emisión de las altas frecuencias emitidas directamente por el núcleo. Para determinar las bajas frecuencias se trazan a 90° de las altas frecuencias, porque en todos los fenómenos el campo magnético actúa a 90° del campo eléctrico, son emitidas por la corona solar eso explica su elevada temperatura comparada con la superficie solar; explica también que la luz visible que emite la corona solar es muy débil si la comparamos con la emitida por la superficie que es mil millones de veces más intensa. Los vectores eléctricos señalan el límite de la corona y su configuración muestra máximos en la región ecuatorial y en las circunferencias 60° N y 60° S. Se ha demostrado que la corona no siempre está uniformemente distribuida a través de la superficie del Sol; durante el período de mínima actividad del ciclo solar de 11 años, la corona está confinada a la región ecuatorial y en las circunferencias 60° N y 60° S, con orificios coronales en los polos, eso son resultados del diagrama. Los vectores magnéticos generan las manchas positivas, los vectores eléctricos generan las manchas negativas y causan la configuración en los vértices de un cuadrado.

**M2391 ESTUDIO ESPECTROSCÓPICO DE NEBULOSAS DÉBILES DEL CATÁLOGO IPHAS** *Fryda Susana Oviedo Aguilar* (frydaoviedoaguilar@hotmail.com), Universidad de Sonora; Lorenzo Olguín Ruiz(lorenzo.olguin@gmail.com), Universidad Nacional Autónoma de México; Laurence Sabin(lsabin@astro.unam.mx), The Jodrell Bank Centre for Astrophysics - The University of Manchester; María Eugenia Contreras(contreras.maru@gmail.com), Universidad Nacional Autónoma de México; Roberto Vázquez Meza(vazquez@astro.unam.mx), Depto. de Física Teórica y del Cosmos, Universidad de Granada.; *Expositor.*

En este trabajo presentamos un análisis preliminar de las características espectroscópicas de una muestra de nebulosas débiles en emisión del catálogo INT Photometric H$\alpha$ Survey (IPHAS) of the Northern Galactic Plane. Presumiblemente, estos objetos son nebulosas planetarias. En general, las nebulosas tienen una extensión angular pequeña (r$\lesssim$30") y presentan flujos bajos en todas las líneas nebulares; comúnmente sólo son detectables en las líneas H$\alpha$ y [OIII]5007Å. Presentamos los flujos de las líneas observadas y para un par de objetos derivamos sus condiciones físicas. Este estudio pretende servir de base para obtener nuevos datos en telescopios de mayor apertura. Para el estudio presentado, hemos utilizado espectros de baja dispersión obtenidos con los espectrógrafos Boller and Chivens instalados en los telescopios de 2.1 m tanto del Observatorio Astrofísico Guillermo Haro (OAGH), como en el Observatorio Astronómico Nacional en la Sierra de San Pedro Mártir (OAN-SPM).

**M2104 Análisis de la Variación Secular de la Estrella $\Delta$ Scuti de Gran Amplitud (HADS) BL Cam** *Jhonnayker David Paredes Marquez* (jhonnayker9313@gmail.com), Escuela de Física, Universidad Central de Venezuela; José H. Peña Saint Martín(jhpena@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía - Universidad Nacional*

*Autónoma de México; Hugo Huepa Cortés(hhuepaa@gmail.com), Observatorio Astronómico Nacional - Universidad Nacional Autónoma de México; Arturo Rentería Lartundo(arenterialartundo@gmail.com), Observatorio Astronómico Nacional - Universidad Nacional Autónoma de México; Jorge Eduardo Guillén Tavera(jorge.guillen@ciencias.unam.mx), Instituto de Astronomía - Universidad Nacional Autónoma de México; Daniel Segura Piña(cdsegura@astro.unam.mx), Facultad de Ciencias - Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

A partir de la recopilación de tiempos de máximo brillo obtenidos de diversas fuentes, junto con las observaciones realizadas en los observatorios de Tonantzintla, Pue. y San Pedro Mártir, B.C., ambos en México, de la estrella variable tipo HADS BL Cam, se determina el periodo de variación de la estrella y se analiza la variación secular del periodo por medio del diagrama O-C.

M2423 **Clasificador de galaxias por medio de red neuronal CNN** *Mauricio Sauzameda González(a311107@uach.mx), Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario No. 90; Vanessa Enríquez Hernández* (a310873@uach.mx), Centro de Bachillerato Tecnológico Industrial y de Servicios No. 117; Adalberto Jurado Gómez(a316012@uach.mx), ESCUELA PREPARATORIA "ACTIVO 20-30, ALBERT EINSTEIN"; Daniel Espinobarro Velázquez(despinobarro@uach.mx), Universidad de Manchester; *Expositor.*

En este trabajo se presenta una red neuronal CNN común adaptando con transfer learning una ResNet 152 v2 con el objetivo de clasificar tres clases de galaxias: elípticas, en espiral y vistas transversales de estas, usando una base de datos de clases balanceadas del SDSS (Sloan Digital Sky Survey) con imágenes en RGB.

M2593 **SONDA SOLAR PARKER / Importancia y actualización. Manuel Alvarez Pérez Duarte, Astrofísico Jubilado (Instituto Astronomía, UNAM-Ensenada), Baja California.** *Manuel Segundo Alvarez Perez Duarte* (alvarez@astro.unam.mx), Universidad de Colorado, Boulder, Colorado; *Expositor.*

1.- Hace 60 años, existe duda entender Calentamiento Corona Solar; temperatura en superficie Sol-fotosfera, es 5,500 K; unos cientos de kilómetros arriba, Corona Solar, se observan líneas espectrales Hierro altamente ionizado indica la temperatura, es de mas de un millón de K ¿Cuál es la razón para explicar fenómeno? 2.- Desde hace años, existe un "Viento Solar" supersónico predicho por el astrofísico E. Parker; ¿cuál mecanismo lo produce; cómo se mantiene? Primeras mediciones del viento solar, obtenidas con satélites rusos-1957; sigue siendo preocupación científica en Física Solar, trata de medir y comprender mecanismo imperante en Atmósfera Solar. *Para resolver interrogantes, conocer más la física solar, NASA desarrolló programa espacial desde 2004... programó lanzarse 2015; finalmente, 12-agosto-2018, se lanzó Sonda Solar Parker-SSP **Señalo RESUMEN de principales EVENTOS asociados con importante experimento para conocer Física Solar

- Lanzamiento: Cabo Cañaveral 12-agosto-2018
- Perihelios SSP Programa SSP; utiliza siete impulsos gravitatorios con VENUS, poner a SSP en órbita Venus y Sol.
- Duración 7 años; 24 perihelios, desde 35.7 Rs 24.8 millones km, primeros 3 acercamientos, hasta 8.86 Rs 6.2 millones km perihelios 24 y 25. 1 UA=150 millones km
- Para frenar SSP, habrá siete sobre vuelos con VENUS 28-sept-2018; 21-dic-2019; 6-jul-2020; 16-feb y 11-oct-2021; 16-ago-2023; 2-nov-2024.
- Cuatro grupos INSTRUMENTOS en SSP;

1.- Instrumentos FIELDS, estudian CAMPOS magnéticos, eléctricos dominantes del VIENTO SOLAR desde superficie Sol hasta todo espacio interplanetario

2.- Instrumentos llamados SWEAP, estudian PARTÍCULAS (electrones, protones, partículas alfa), del VIENTO Solar

3.- Medición y dinámica partículas energéticas ALTA y BAJA energía en AMPLIO rango energético mide electrones, H, He, otros iones pesados; con instrumento llamado IS IS muestra resultados prometedores, en sus componentes EPI-Low y EPI-High;

4.- Con grupo instrumentos WISPR obtienen imágenes de Corona Solar, y medio interplanetario en vecindad del Astro Rey, RESULTADOS del experimento.

- VIENTO SOLAR mucho mas dinámico que desde la Tierra; efectos generan Viento Solar, "borrados o diluidos" por distancia entre Sol y Tierra.
- Efecto de LINEAS DE CAMPO se aprecia en espacio interplanetario; se puede observar en análisis de colas de cometas.
- Encuentra que LINEAS DE CAMPO de Eyección de Masa Coronal (CME), se mueven en zigzag provocando un efecto de "re-conexión magnética".
- Partículas muy energéticas viajan enfrente gran masa acelerada; puede ser advertencia prevenir efectos dañinos pueden causar estos grandiosos eventos de Corona Solar.

- ¿Cuál es el mecanismo provoca Corona Solar tenga temperatura ionización elevada? Sigue siendo una pregunta sin resolver, líneas de campo se mueven en zigzag, provoca re-conexión magnética; puede indicarnos que es uno de los principales mecanismos para entender este gran calentamiento.

M2143 **Red Mundial de Telescopios de Neutrones Solares (TNS).** *Luis Xavier González Méndez* (xavier@igeofisica.unam.mx), LANCE/SCiESMEX, Instituto de Geofísica, UNAM.; José Francisco Valdés Galicia(jfvaldes@igeofisica.unam.mx), Instituto de Geofísica, UNAM.; Yasushi Muraki(muraki@nagoya.jp), Universidad de Nagoya, Japón.; Yutaka Matsubara(matsubara@nagoya.jp), Universidad de Nagoya, Japón.; Juan Américo González Esparza(americo@igeofisica.unam.mx), Laboratorio Nacional de Clima Espacial, Instituto de Geofísica, UNAM.; *Expositor.*
La red mundial de telescopios de neutrones solares (TNS) está compuesta por 7 telescopios. Fue diseñado para detectar neutrones generados en las fulguraciones solares; además, registra el fondo de rayos cósmicos galácticos, puede diferenciar directamente entre partículas neutras y cargadas y tiene la capacidad de medir la dirección y la energía depositada por las partículas incidentes. En este trabajo se presenta un esquema general de los TNS, su funcionamiento y los resultados de la eficiencia de detección con base en GEANT3 y GEANT4.

M2239 **¿Podrían los rayos cósmicos ultra energéticos y el neutrino IC35 estar corelacionados con los rayos gamma provenientes de la Galaxia NGC 4945?** *Edilberto Aguilar Ruiz* (eaguilar@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía; Nissim Illich Fraija Cabrera(nfraija@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía; Antonio Galván Gámez(agalvan@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía; Jose Antonio De Diego Onsurbe(jdo@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía; *Expositor.*
La detección de neutrinos astrofísicos junto a los rayos cósmicos ultra energéticos (UHECRs) nos da una nueva forma de explorar el universo. La ubicación de unos de los neutrinos más energéticos detectados por IceCube, etiquetado como IC35, está muy cerca de la ubicación de una posible región de anisotropía en la dirección de llegada de los UHECRs detectados por el observatorio Pierre Auger (PAO). Estudios recientes de PAO muestra que las galaxias con destellos de formación estelar más cercanas pueden reproducir con 4 sigmas de significancia la distribución de los UHECRs. Una de estas galaxias es NGC 4945, la cual se encuentra cerca de la región de anisotropía y dentro del círculo de error del evento IC35. Considerando la tasa de explosión de hipernovas y asumiendo que estas son aceleradores de protones hasta energías de 100 PeV, nosotros mostramos que neutrinos con energías de PeV pueden ser producidos en la región de formación estelar pero el número de eventos esperados es de tan sólo 0.3 en 10 años, sugiriendo la necesidad de más tiempo de exposición para probar esta hipótesis. También, mostramos que los UHECRs no pueden ser acelerados en esta galaxia aunque se considere la región del súper viento.

M2481 **La evolución de diversos jets relativistas a través del medio magnetizado producido por la fusión de dos estrellas de neutrones** *Leonardo Enrique García García* (lgarcia@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México; Diego López Cámara Ramírez(diego@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México; Davide Lazzati(lazzatid@science.oregonstate.edu), Department of Physics, Oregon State University; *Expositor.*
La fusión de un sistema binario de estrellas de neutrones puede dar como resultado la emisión de ondas gravitacionales, un medio ambiente altamente denso y magnetizado, y el lanzamiento de un jet colimado y relativista el cual eventualmente produce un destello de rayos gamma corto (SGRB). Si bien, la evolución de un jet-SGRB a través de diferentes medios ha sido estudiada, la evolución a través de un medio magnetizado sigue por ser comprendido en su totalidad. Por lo tanto, para poder entender la importancia del campo magnético del medio, estudiamos la evolución de una serie de jets-SGRB a través de medios con distintos B por medio de simulaciones numéricas relativistas magneto hidrodinámicas bidimensionales. En específico, seguimos la evolución de jets-SGRB con $L_j$ y $\theta_j$ variables a través de un medio con diferentes distribuciones de **B** y magnitudes de **B**.

M1989 **El Universo como un todo.** *Genesis Esmeralda Flores Olivier* (esmeralda.floresolvr@uanl.edu.mx), Universidad Autónoma de Nuevo León; Amanda Vanessa Fajardo Garcia(amanda.fajardogr@uanl.edu.mx), Universidad Autónoma de Nuevo León; *Expositor.*
En este trabajo describimos el principio cosmológico; hipótesis que afirma que, a escalas galácticas, el Universo es isótropo y homogéneo. Después se presentan las evidencias actuales que lo respaldan.

M2720 **Estimación del flujo de neutrinos de fuentes puntuales detectadas por Fermi-LAT correlacionadas espacialmente con neutrinos tipo "track" detectados por el observatorio IceCube.** *Antonio Galván Gámez* (agalvan@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía, U.N.A.M.; Nissim Illich Fraija Cabrera(nifraija@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía, U.N.A.M.; Antonio Marinelli(antonio.marinelli@pi.infn.it), Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, Sezione di Pisa; *Expositor.*

La asociación del neutrino IC-170922A con el blázar TXS 0506+056 es hasta el momento la primera (y única) asociación de un neutrino de altas energías con una fuente que emite emite rayos gammas de altas energías (GeV-TeV). Está correlación, si bien fue temporal debido a que el instrumento LAT a bordo del satélite Fermi detectó en estado de flare y espacialmente la fuente se encuentra localizada con una incertidumbre <0.1º de la dirección del cielo donde fue localizado el neutrino, estudios realizados por IceCube sobre datos históricos en esa dirección del cielo, muestran en 2014 la presencia de un flare de neutrinos con una duración de 3 meses con apenas $3\sigma$ por encima del fondo de neutrinos, sin mostrar una actividad en su contraparte electromagnética como la detectada en 2017. En este trabajo se estudian todas las fuentes puntuales reportadas por Fermi-LAT en su tercer catálogo (3FGL) cuya posición espacial se encuentra dentro de la región de incertidumbre de los neutrinos "track" detectados por IceCube. En la cual se asume un modelo lepto-hadrónico para describir la distribución espectral de energía de dichas fuentes, con ello, se predice un flujo de neutrinos proveniente de esas fuentes y se estima el tiempo de observación necesario para que IceCube pueda detectar un neutrinos de esas fuentes.

M2180 **La galaxia anfitriona de 1ES 0229+200 y su corrimiento al rojo fotométrico.** *Alfredo Amador Portes(am276592@uaeh.edu.mx), Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo; Alejandro Olguín Iglesias(alejandroolguiniglesias@gmail.com), Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo; Ricardo Yael Pérez Rincón* (pe278591@uaeh.edu.mx), Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo; Carlos Arturo Soto Campos(csoto@uaeh.edu.mx), Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo; *Expositor.*
Los objetos tipo BL Lacertae son un tipo de Núcleo Activo de Galaxia (NAG) alojados en galaxias elípticas gigantes. Para conocer su distancia, generalmente se mide el corrimiento al rojo (corrimiento hacia longitudes de onda mayores, representado por la letra z) de las líneas de su espectro; entre mayor es este, mayor es su distancia. Desafortunadamente, estos objetos se caracterizan por la ausencia o casi ausencia de líneas en su espectro y por tanto la ausencia de estimaciones de su distancia. La falta de este parámetro fundamental nos impide restringir diversos modelos para explicar su física. En este trabajo, nosotros exploramos un método alternativo para la estimación de la distancia de estos objetos extragalácticos, en el que se prescinde de la espectroscopía y en su lugar, se utiliza la fotometría. Se supone (basado en observaciones) una misma magnitud absoluta (magnitud medida desde 10pc de distancia del objeto observado) y se deriva la distancia a partir de su magnitud aparente (magnitud observada desde la Tierra). Usamos imágenes profundas de alta resolución del Telescopio Espacial Hubble, caracterizamos la morfología de la galaxia 1ES 0229+200 y separar la galaxia anfitriona de su poderoso núcleo activo. Para su núcleo, obtuvimos una magnitud aparente en la banda R de mR=18.58 y para la galaxia, una magnitud aparente de mR=15.85 y un radio efectivo (distancia desde el centro de la galaxia hasta el punto en el que se concentra la mitad de su brillo) Re=1.6". Con esta información, fuimos capaces de estimar una distancia z=0.139 la cual coincide con estimaciones realizadas previamente por Sbarufatti et al.

M2183 **Neutrino propagation in winds around the central engine of sGRB** *Gibran Morales Rivera* (gmorales@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía; Nissim Illich Fraija Cabrera(nifraija@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía; *Expositor.*
Since neutrinos are able to escape from dense regions without being deflected, they are promising candidates to study the unexplored physics at the sources that produce them. In particular, current detectors can reconstruct, among other things, trajectory, energy, and flavor compositions of incident neutrinos which are essential for this purpose. Even when there are several neutrino production mechanisms, we centralize our study only in those produced by thermal processes during the coalescence of two compact objects in a binary configuration. In the opaque regions, neutrinos escape once the fireball becomes transparent on a diffusion time-scale, while in the neutrino 'transparent' scheme, they leave the source interacting with the circumburst baryonic medium driven by winds during the coalescence. Thus, in this work, we focus on the neutrino interactions within the anisotropic medium that surround the central engines of short gamma-ray bursts (hereafter, sGRB). On the one hand, we consider baryonic winds produced with a strong magnetic contribution and on the other hand, we treat only neutrino-driven winds. In the first case, we found a stronger angular dependence, suggesting that the expected neutrino flavor ratios are different between both scenarios, being this an effective method to discriminate between the involved progenitors.

M2197 **Avances en el desarrollo de una plataforma de realidad virtual para aplicaciones astronómicas.** *Gerardo Abdiel Escamilla Villalba* (abdiel2012@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Luis Artemio Martínez Vázquez(lamb@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México; Fernando Angeles Uribe(angel@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México; Luis Alberto Ramirez Bermudez(laram@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Donají Xochitl Cruz López(xochitl.cruz@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México;*

*Valente Vázquez Velázquez(valente@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*
La Realidad Virtual (RV) permite integrar en un único sistema diferentes elementos que comprenden contenidos multimedia e interacción del usuario con un entorno virtual que son susceptibles de ser utilizados en una amplia gama de actividades académicas, particularmente en la docencia, donde la adquisición de conceptos puede resultar ser una labor complicada y a veces frustrante. Debido a su alcance, la astronomía involucra escalas espacio-temporales que exceden por mucho las escalas humanas, lo cual dificulta la apreciación de diversos fenómenos, y esto ofrece un nicho excelente para aplicar las técnicas de RV en el ámbito de la docencia. En este trabajo se presentan los avances relativos al desarrollo de un sistema inmersivo para la enseñanza de la astronomía y ejemplificamos con dos aplicaciones: la descripción del movimiento planetario y el uso de instrumentación astronómica real desde un ambiente RV. El sistema se encuentra en fase de desarrollo, hemos empleado el motor de desarrollo Unity para la generación de contenido 3D en una computadora PC con procesador i9, SO Windows 10, y una interfase física Oculus Rift para el despliegue y la retroalimentación.
Agradecemos al: Dpto de Física, Taller de control y electrónica - Fac. de Ciencias, Instituto de Astronomía - UNAM, y al proyecto PAPIME - PE111019 el apoyo facilitado al presente trabajo.

M2166 **Misión Colibrí: Diseño e impacto de un nanosatélite para medir la densidad atmosférica** *Erick Espinosa Juárez(erespinosa@up.edu.mx), Instituto Thomas Jefferson; Juan Pablo Sanchez Henkel Moreno* (0187218@up.edu.mx), Universidad Panamericana; Héctor Eduardo Gilardi Velázquez(hgilardi@up.edu.mx), Instituto Potosino de investigación científica y tecnológica; Carlos Daniel Laguna Juárez(claguna@up.edu.mx), California institute of technology; *Expositor.*
La investigación de la atmósfera impacta en varios sectores como las actividades comerciales de aviación, el transporte marítimo, el análisis climatológico y la investigación espacial, entre otros. Los datos utilizados para estas investigaciones provienen de estaciones en tierra o de satélites en órbita, ambas herramientas de alto costo. Sin embargo, un objeto de interés reciente en la industria espacial es el uso de los nanosatélites como instrumentos de bajo costo que pueden ser utilizados para realizar investigaciones científicas. Se propone que a través del uso de un nanosatélite, se determine el valor de la densidad atmosférica por medio de un experimento que permite compensar el arrastre atmosférico utilizando propulsión eléctrica. En este trabajo se presentan las aportaciones que puede realizar un nanosatélite como una herramienta para el estudio de la ionosfera así como sus limitaciones y los procesos necesarios para llevar a cabo una misión que proporcione información útil. Dichas aportaciones incluyen la contribución de información para la mejora de los diferentes modelos atmosféricos como el Jacchia-Bowman, el entendimiento del impacto de fenómenos en la atmósfera superior sobre la atmósfera inferior y el estudio de la relación entre ciertos fenómenos climatológicos y su impacto en la densidad atmosférica.

M2175 **Parámetros físicos de la estrella RR Leo** *José H. Peña Saint Martín(jhpena@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía; Johany Mireya Donaire Valencia(donairejohany@gmail.com), Universidad Mayor de San Andrés; Daniel Segura Piña* (cdsegura@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía; *Expositor.*
A partir de las curvas de luz obtenidas con las observaciones fotométricas con CCD, determinamos los tiempos de máximo brillo de la estrella RR Leo, que es una estrella del tipo RR de Lyra. Además, con una recopilación de tiempos de máximo obtenidos de la literatura y con observaciones en el sistema fotométrico de Strömgren, hemos determinado los parámetros físicos de la estrella.

M2379 **Formación de choques espirales debido a la interacción de vientos de estrellas en un sistema binario.** *Antonio Castellanos Ramírez* (acastellanos@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México; Ary Rodríguez González(ary@nucleares.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México; Alejandro Raga Rasmussen(raga@nucleares.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México; Jorge Cantó Ila(jcanto@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México; Zakaria Meliani(zakaria.meliani@obspm.fr), Observatoire de Paris. Le Laboratoire Univers et Théories; *Expositor.*
Durante la fase AGB de una estrella, ésta inyecta vientos densos y de baja velocidad, cuyo material al interactuar con el medio forma una estructura de envolventes circumestelares. Estas estructuras pueden ser moldeadas siguiendo un patrón espiral, dependiendo de si la estrella AGB se encuentra ligada gravitacionalmente a una compañera, es decir, si se encuentra en un sistema binario.
En esta plática, se discutirán los resultados de simulaciones numéricas hidrodinámicas tridimensionales llevadas a cabo con el fin de estudiar la estructura y la dinámica de la interacción de los vientos de una estrella AGB y una compañera en un sistema binario. Se considera primero el caso de un viento isotrópico de velocidad constante expulsado por la estrella AGB, el cual muestra la formación de una espiral de un solo brazo. Los resultados de la simulación numérica serán contrastados con un modelo analítico de choques espirales.
Finalmente, se estudiará el caso en donde tanto la estrella AGB como la compañera emiten vientos isotrópicos

constantes, formando, bajo ciertas condiciones, un patrón espiral de dos brazos.

M2735 **Búsqueda Sistemática de Radiogalaxias del Tipo Remanente** *Rodrigo Aguilar Meneses* (aguilarmr2016@licifug.com), Universidad de Guanajuato; Nadia Amina Yahia-Keith(nadiaamina@live.com.mx), Universidad de Sonora; Heinz Andernach(heinz@astro.ugto.mx), Universidad de Guanajuato; *Expositor.*

Las radiogalaxias evolucionan desde fuentes compactas eyectando chorros de partículas relativistas, los cuales al estar activos y colisionar con el medio intergaláctico, suelen crear hotspots fáciles de detectar, típicamente muy alejados del huésped óptico. Con el tiempo se inflan los lóbulos, y tras terminar la actividad en el núcleo y la consecuente falta de suministro de energía, los hotspots desaparecen y los lóbulos expanden hasta desaparecer por debajo del nivel de detección de radiointerferómetros modernos. Para constreñir el tiempo necesario de esta 'muerte' de radiogalaxias, es necesario cuantificar la fracción de radiogalaxias del tipo 'remanente', de los cuales hasta ahora sólo se han detectado ni un centenar. En una primera fase de este trabajo se seleccionaron del catálogo de radiofuentes del NVSS de manera automatizada unos 350 pares de fuentes extendidas que apuntan dentro de cierto ángulo uno al otro. Con base en rastreos de mejor resolución angular (TGSS, FIRST, VLASS) se determinó su naturaleza como fuente física, su huésped y redshift y por tanto su tamaño lineal. Resultaron 160 radiogalaxias remanentes con lóbulos difusas y hotspots ausentes al menos en uno de sus dos lados. El éxito de la selección automatizada nos motivó a una segunda fase del proyecto, extendiendo el método a lóbulos más desalienados, distancias mayores entre ellos, y a rastreos de menor frecuencia, pero mayor resolución angular, el TGSS, encontrando otra cantidad similar de radiogalaxias remanentes como en la primera fase. Resultados sorprendentes son que aproximadamente la mitad de los objetos aún tienen radionúcleo activo (detectado) y un tercio muestra grandes diferencias entre sus dos lóbulos (p.e. uno completamente difuso y otro mostrando restos de un hotspot), y por otro lado casi ningún objeto en 'renacimiento' (p.e. una fuente doble compacta coincidente con su huésped. Con nuestro método comprobamos que se pueden encontrar estos objetos eficientemente por medio de imágenes existentes desde hace 20 años y no solamente a muy baja frecuencia con novedosos arreglos interferométricos como LOFAR o MWA.

M2793 **Estudio de las galaxias submilimétricas que son mejores candidatas a tener altos $z$, observadas con AzTEC/ASTE a 1.1mm en el campo sin sesgo GOODS-S** *Emmaly Aguilar Pérez* (eaguilar@inaoep.mx), Corporación Mexicana de Investigación en Materiales; Itziar Aretxaga Méndez(itziar@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; David H. Hughes(dhughes@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; *Expositor.*

Las galaxias submilimétricas (submm) ofrecen una oportunidad para investigar el rol del polvo y gas molecular en la formación estelar extrema a altos $z$ ($z$ >4) así como entender la evolución de las galaxias más masivas. La identificación robusta de una muestra representativa de esta población es necesaria para entender sus propiedades físicas y poder medir su contribución al diagrama de la densidad de la tasa de formación estelar cósmica, entre otras observables. Algunos seguimientos fotométricos individuales de alta resolución ($\leq$ 2 arcsec) y alta profundidad ($1\sigma \leq 1$ mJy a $\lambda > 850$ $\mu$m) han permitido distinguir las propiedades de las diferentes galaxias débiles que se habían mezclado en los censos submm de baja resolución (> 15 arcsec) para formar una sub-población significativa de galaxias brillantes. Por otro lado, aunque el número de confirmaciones espectroscópicas de galaxias submm va en aumento, no son suficientes para constrenir la densidad de esta población a altos $z$. Además, las técnicas de selección populares (como las fuentes seleccionadas por tener su pico de la SED a 500 $\mu$m, por ser muy rojas o por ser amplificadas) podrían estar subestimando a esta población para altos $z$ dados los límites de detectabilidad de los instrumentos. De esta manera, es importante identificar las galaxias submm brillantes a $\lambda \gtrsim 850\mu$m (en estas bandas, las densidades de flujo son practicamente independientes de $z$) pero no detectadas en las bandas de SPIRE/Herschel (250, 350 y 500 $\mu$m) que pueden ser buenas candidatas a tener altos $z$ y que no se han estudiado muestras grandes de manera rigurosa en la literatura. El objetivo de este trabajo es identificar fuentes AzTEC a 1.1 mm que no tienen contrapartes en las bandas SPIRE en el campo GOODS-South a través de un análisis de contrapartes ALMA. Usamos radios de búsqueda de alta confianza obtenidos de simulaciones y complementamos este estudio con nuestro análisis de contrapartes radio-IRAC-CANDELS realizado previamente en otro trabajo. Las observaciones ALMA de alta resolución (< 1 arcsec) nos permiten distinguir las fuentes brillantes que se rompen en varias componentes más débiles de las que son intrínsecamente brillantes. Además, algunas de estas fuentes ALMA ya han sido identificadas previamente en la literatura. En mi charla les presentaré los avances de esta investigación, situándola en su respectivo contexto.

M2111 **El problema de la constante cosmológica.** *Angélica Rocío Hernández Delesma* (rociohd77@gmail.com), Universidad Autónoma de Chiapas; David Alejandro Tamayo Ramírez(tamayo.ramirez.d.a@gmail.com), Universidad de São Paulo; *Expositor.*

La constante cosmológica $\Lambda$ se introdujo por primera vez en las ecuaciones de campo de Einstein para contrarrestar

la fuerza gravitatoria del modelo estático del Universo, sin embargo, en 1929 Edwin Hubble descubrió que las galaxias se alejan unas de otras descartando el modelo estático y con él $\Lambda$. Posteriormente en modelos no estáticos resurge la constante cosmológica como un tipo de energía que explica la expansión acelerada del Universo observada. Cuando se compara el valor calculado de la densidad de energía del vacío en el contexto de la cosmología de $\Lambda$ con el valor estimado en teoría cuántica de campos se obtiene una diferencia de más de 100 ordenes de magnitud, este es el llamado problema de la constante cosmológica, que es el tema principal que se abordará. Actualmente este problema es uno de los temas de frontera de la física.

M2054 **Física del gas ionizado en nebulosas planetarias muy jóvenes** *Lucero Uscanga Aguilera* (luscag@gmail.com), Departamento de Astronomía, Universidad de Guanajuato; *Expositor.*
Estudiamos la física del gas ionizado en las últimas etapas de estrellas evolucionadas de baja masa, conforme se convierten en nebulosas planetarias (PNe). Para dicho propósito, utilizamos el Australia Telescope Compact Array para obtener los flujos a distintas radio-frecuencias y construir la distribución espectral de energía (SED) de una muestra de PNe con emisión máser de $H_2O$. Estas PNe podrían estar en sus fases más tempranas de evolución, ya que los máseres de $H_2O$ suelen desaparecer poco después $\sim$100 yr del final de la fase de AGB. Su juventud, las convierte en objetos clave para entender la formación y evolución de las PNe. Determinamos el índice espectral de la emisión de radio continuo de estas fuentes y la frecuencia de cambio, la cual podría estar relacionada con la edad de las PNe. La SED completa en radio-frecuencias nos proporciona información sobre los procesos de emisión (libre-libre y/o emisión térmica de polvo), así como procesos físicos involucrados en la transformación de estas estrellas evolucionadas en PNe.

M2065 **Solución analítica a la dinámica de un objeto que ingresa a la atmósfera terrestre** *Raúl Gutiérrez Zalapa* (raulfismat@gmail.com), Posgrado en Ciencias de la Tierra-Universidad Nacional Autónoma de México; Mario Rodríguez Martínez(mrodriguez@enesmorelia.unam.mx), Escuela Nacional de Estudios Superiores Morelia-Universidad Nacional Autónoma de México; Alejandro Raga Rasmussen(raga@nucleares.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares - Universidad Nacional Autónoma de México; Joaquín Estevez Delgado(fismatumsnh@hotmail.com), Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas-Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Ernesto Aguilar Rodríguez(ernesto@igeofisica.unam.mx), Instituto de Geofísica Unidad Michoacán-Universidad Nacional Autónoma de México; Lorenzo Olguín Ruiz(lorenzoolguin@gmail.com), Universidad de Sonora; *Expositor.*
Para describir la dinámica de un Near Earth Object (NEO u Objeto Cercano a la Tierra, por sus siglas en inglés) cuando ingresa a la atmósfera terrestre, regularmente se emplea un sistema de ecuaciones diferenciales que describen el fenómeno antes mencionado. Dichas ecuaciones describen precisamente la tasa de cambio de la masa, velocidad, altura, y ángulo de vuelo de un NEO, así como aquella que involucra a la constante g de la gravedad. En este trabajo se presentará una solución particular al sistema de ecuaciones antes mencionado. Se asume que el objeto se mueve en línea recta, es decir, que no hay cambios significativos en su ángulo de vuelo (situación que se asemeja mucho a lo que físicamente ocurre) y que además el valor de g se mantiene constante. Esto permite establecer una solución analítica del sistema restante de la masa del objeto en función de la atura, teniendo como situación especial, que para nuestra solución el objeto no necesariamente se debe asumir como esférico. Cabe mencionar que los resultados encontrados, son consistentes con los reportados en literatura especializada.

M2230 **Efecto túnel en las reacciones nucleares solares.** *Josué Yael Aguirre Muñoz* (geimsyael@hotmail.com), Universidad Autónoma de Nuevo León; Vianey Garnica Valle(vianeygv.97@hotmail.com), Universidad Autónoma de Nuevo León; *Expositor.*
Las reacciones nucleares en el centro del Sol se dan entre la fusión de núcleos atómicos de una misma carga. Como ejemplo, 4 átomos de Hidrogeno (H) se pueden fusionar en 2 átomos de Helio (He) por la cadena protón-protón. Si analizamos 2 núcleos de Hidrogeno a punto de colisionar, existe una barrera que impide que ambos puedan acercarse conocida como la barrera de Coulomb. Esta es de carácter repulsivo y posee una cierta energía potencial; una vez superada esta barrera, la energía se vuelve de carácter atractivo, esta parte atractiva es dominio de la fuerza nuclear fuerte que mantiene un núcleo de hidrogeno estable.
El núcleo del Sol tiene una temperatura muy baja para la fusión, esto significa que no es la suficiente para incrementar la energía cinética de los átomos de hidrogeno como para superar la barrera de Coulomb. Clásicamente la fusión de Hidrogeno en Helio no sería posible, sin embargo, desde el punto de vista de la Mecánica Cuántica, la fusión de Hidrogeno a Helio si es posible. Si pensamos en los átomos de H como funciones de onda, en donde la mayor amplitud significa la mayor probabilidad en donde espacialmente se pueda encontrar el núcleo de Hidrogeno, y pensamos en la barrera de Coulomb como la barrera de potencial; que tiene una energía potencial mayor a la de la energía cinética del Hidrogeno. Notamos que la función de onda puede penetrar por la barrera de potencial, saliendo con una amplitud menor a la función de onda inicial.
A este fenómeno le llamamos efecto túnel y hace posible la fusión de núcleos de H en He en el núcleo solar. La probabilidad de que un núcleo de hidrogeno pase a través

de la barrera de potencial depende de las dimensiones de la barrera, de su altura y su anchura. La altura de la barrera es equivalente a la ecuación de la fuerza electrostática y tiene la forma $Z_1 Z_2 \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r}$, pero la probabilidad real de que un núcleo de H pase a través de la barrera es muy baja. A pesar de esto, en el núcleo solar hay un alto número de partículas de hidrogeno y esto aumenta la probabilidad de que el efecto túnel pueda suceder. Es evidente la importancia que el efecto túnel tiene en las reacciones nucleares solares, dado que sin este fenómeno estas mismas reacciones tardarían cientos de años en producirse y el sol no brillaría del mismo modo que lo hace en estos momentos.

M2059 **Structural parameters of Dusty Star Forming Galaxies in the Extended Groth Strip field** *Itziar Aretxaga Méndez(itziar@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; Alfredo Montaña Barbano(amontana@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; Luisa Cardona Torres* (lucardona@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; *Expositor.*
In this work we studied the properties of Star-Forming and Dusty Star Forming Galaxies (DSFGs) in the deep field Extended Groth Strip (EGS). We considered the optical counterparts of the DSFGs detected in the SCUBA-2 Cosmology Legacy Survey (S2CLS). We used the structural parameters derived from the Hubble Space Telescope observations in the F160W band and the physical parameters in the CANDELS and S2CLS catalogs for the galaxies in the EGS field. We find that DSFGs have systematically higher stellar masses ($M_\star$) and effective radius ($R_e$) than the population of star-forming galaxies. The semi-major axis, as a parameter derived from the $R_e$ also shows higher values for the DSFGs. The axis ratio and Sérsic index do not present significant differences between both populations of galaxies. We therefore conclude that DSFGs are high-mass population of galaxies with optical counterparts larger than normal star-forming galaxies.

M2053 **Caracterización de galaxias polvorientas en simulaciones cosmológicas** *Araceli Nava Moreno* (aracelinavam@gmail.com), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; Itziar Aretxaga Méndez(itziar@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; Alfredo Montaña(amontana@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; Aldo Rodríguez Puebla(rodriguez.puebla@gmail.com), Instituto de Astronomía , Universidad Nacional Autónoma de México; Vladimir Avila Rees(avila@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía , Universidad Nacional Autónoma de México; Luisa Cardona Torres(luisferncardona@utp.edu.co), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; *Expositor.*
Construimos una simulación de la población de galaxias polvorientas con formación estelar, la cual cubre un área de 100 grados cuadrados y es construida a partir de una simulación de halos de materia oscura (N-cuerpos). Esto nos permite simular mapas panorámicos de grandes áreas del cielo, donde pueda estudiarse la distribución espacial y propiedades intrínsecas de las galaxias polvorientas, en particular, galaxias con altas tasas de formación estelar ($SFR > 100$ $M_\odot yr^{-1}$ correspondiente a $L_{IR} > 10^{12}$ $L_\odot$) que sólo pueden ser observadas a longitudes de onda del submm-milimétrico como las que se trazarán con la nueva cámara de GTM, TolTEC. Medimos un conjunto de diferentes observables y comparamos con resultados observacionales de la literatura. Encontramos que nuestra simulación es capaz de reproducir el numero de cuentas y la densidad de tasa de formación estelar, sin embargo, detectamos un exceso de galaxias polvorientas a bajos corrimientos al rojo ($0.5 < z < 2$) lo que nos conduce a realizar una caracterización más detallada de la simulación, los resultados son presentados en este trabajo.

M2262 **Modelado de Enanas Blancas y Estrellas de Neutrones en Aztekas.** *Axel Eduardo Rangel Altamirano* (arangelaltamirano@gmail.com), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, UANL; Néstor Enrique Ortiz Madrigal(nestor.ortiz@nucleares.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM; *Expositor.*
El código mexicano abierto Aztekas resuelve numéricamente las ecuaciones de la hidrodinámica relativista y no relativista para un fluido perfecto con ecuación de estado arbitraria. En el caso de las ecuaciones relativistas, éstas se pueden resolver en un espacio-tiempo vacío y fijo, ya sea el de Minkowski, Schwarzschild o Kerr-Schild. Esto convierte a Aztekas en una herramienta ideal para realizar simulaciones de vientos de acreción o jets relativistas. Con miras a estudiar acreción de materia en espacio-tiempos no vacíos, como estrellas compactas, en este trabajo se reporta el desarrollo y validación de nuevos módulos en Aztekas para modelar Enanas Blancas y Estrellas de Neutrones, resolviendo las ecuaciones de estructura newtonianas o relativistas. Se utilizan, inicialmente, ecuaciones de estado politrópicas con índices correspondientes a gases de Fermi degenerados; posteriormente, se implementan ecuaciones de estado más realistas propuestas en la literatura.

M2028 **Caracterización de la relación Masa-Metalicidad en galaxias del universo cercano** *Paola Alvarez Hurtado* (palvarez@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía, UNAM; Jorge Karolt Barrera Ballesteros(jkbarrerab@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía, UNAM; Sebastián F. Sánchez(sfsanchez@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía, UNAM; *Expositor.*
Este trabajo busca caracterizar la relación entre la masa estelar y la abundancia química (MZR) utilizando propiedades integradas para alrededor de 974 galaxias

incluidas en la muestra extendida de los datos de Espectroscopía de Campo Integral CALIFA. Para ello exploramos diferentes formas funcionales (lineal, polinomial - 4to grado - y exponencial), así como diferentes entornos estadísticos: (1) usando un bin de tamaño fijo, (2) bin de tamaño variable y (3) sin aplicar ningún bineado. Derivamos la metalicidad del gas ionizado para cada galaxia, utilizando el calibrador de líneas fuertes O3N2 derivado por Marino et al. (2013) Para probar la calidad del ajuste de la relación masa-metalicidad (MZR), identificamos la función que produce la menor dispersión en sus residuos. Utilizamos este residuo para explorar relaciones secundarias con la relación MZR con otros observables (por ejemplo, SFR, masa de gas, fracción de gas y morfología). Nuestros resultados sugieren que la forma funcional y la presencia de relaciones secundarias pueden depender del tratamiento estadístico.

M2330 **El ABC del Agujero Negro de M87** *Francisco Alejandro Reyes Pérez Montañez* (farpm@outlook.com), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Tula Bernal Marín(x1tulit@gmail.com), Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

La intención de esta platica es que, como científicos, debemos de tener en mente que la ciencia tiene un amplio y profundo sentido social y que hay que hacerlo útil y efectivo. Pero para la mayoría de la gente muchas veces no se tiene clara la forma en que la ciencia ejerce esta influencia y lo que se ha logrado con la investigación científica es prácticamente desconocido.

La principal dificultad para acercarse actualmente a la ciencia es que ésta es un campo enorme, diverso y muy especializado, que está llena de tecnicismos, ideas complejas y conceptos que pueden ser difíciles de transmitir a otros científicos y, aún más difícil, al público en general. Aquí es donde la Divulgación de la Ciencia pretende hacer accesible ese conocimiento especializado. Una de las principales cualidades que debe tener es mostrar cómo se elabora el conocimiento científico para que el público pueda integrarlo a la cultura. La ausencia de un buen conocimiento científico sólo contribuirá a la creación de más supersticiones.

El objetivo principal de esta exposición es explicar los procesos físicos y astrofísicos detrás de la imagen del agujero negro supermasivo de la galaxia Messier 87 (M87) obtenida por el Telescopio Horizonte de Eventos (EHT) y dada a conocer el 10 de abril de 2019; así como las técnicas observacionales, de reducción de datos y computacionales necesarias para la obtención de la imagen, desde el punto de vista de la Divulgación de la Ciencia.

Se elaborará la exposición desde Michell y Laplace con sus estrellas oscuras y el sustento que tienen con la velocidad de escape, dada por la Gravitación Universal de Newton. Se explicarán los fundamentos de la Relatividad General de Einstein, uno de los acontecimientos intelectuales más espectaculares de todos los tiempos.

Se expondrán las soluciones de Schwarzschild a las ecuaciones de Einstein, alrededor de una masa esférica estática; así como la solución de Kerr para una masa en rotación.

Una de las mejores maneras de entender un objeto es la de fijar su imagen, ¿podemos contemplar la posibilidad de fotografiar un agujero negro? El Telescopio del Horizonte de Eventos (EHT), usando la técnica conocida como Interferometría de Muy Larga Base (VLBI), es la culminación del esfuerzo de varias décadas en desarrollo teórico y tecnológico orientado a la construcción de un arreglo interferométrico capaz de reconstruir la imagen de la sombra de un agujero negro. En abril de 2017 ocho telescopios alrededor del mundo, incluido el mexicano Gran Telescopio Milimétrico (GTM) Alfonso Serrano, observaron de manera simultánea hacia el agujero negro supermasivo en M87.

Es importante señalar que el GTM es uno de los telescopios más relevantes del arreglo EHT, ya que, sin su aporte, la rotación del agujero negro no podría haber sido determinada.

El 10 de abril de 2019, el EHT dio a conocer la foto de la sombra del agujero negro. La fotografía, sin duda alguna, es un hito en la historia de la Humanidad.

M2017 **Identificación y Clasificación de fuentes radio compactas en la región M17 mediante observaciones profundas del VLA.** *Vanessa Yanza López* (vanessayanza@unicauca.edu.co), Universidad de Guanajuato; Josep María Masqué(josepmaria.masque@gmail.com), Universidad de Guanajuato; Sergio Dzib Quijano(sdzib@mpifr-bonn.mpg.de), Instituto Max Planck de Radioastronomía; Karl Menten(kmenten@mpifr-bonn.mpg.de), Instituto Max Planck de Radioastronomía; Sac Nicte Xiomara Serrano Medina(smedina@mpifr-bonn.mpg.de), Instituto Max Planck de Radioastronomía; Luis Felipe Rodriguez Jorge(l.rodriguez@irya.unam.mx), Universidad autónoma de México sede Morelia; Laurent Loinard(l.loinard@irya.unam.mx), Universidad autónoma de México sede Morelia; Stan Kurtz(s.kurtz@irya.unam.mx), Universidad autónoma de México sede Morelia; Carlos A. Rodriguez Rico(carlos@astro.ugto.mx), Universidad de Guanajuato; Miguel Angel Trinidad(trinidad@astro.ugto.mx), Universidad de Guanajuato; *Expositor.*

Mediante la actualización de los receptores en diversos interferómetros, como por ejemplo el Very Large Array (VLA) ubicado en Estados Unidos, se ha incrementado el número de fuentes radio compactas encontradas en regiones de formación estelar, especialmente gracias a la ampliación del ancho de banda observado que amplió la sensibilidad instrumental (Perley et al. 2011). Así, el mapeado profundo del plano galáctico está siendo actualmente muy estudiado. El plano galáctico es de gran interés debido a que allí se concentra la mayoría de la formación estelar de nuestra galaxia, resultando en

diversos estudios sobre regiones, p. e. M17 por Rodríguez et al. (2012), Orión por Forbrich et al. (2016), NGC 6334 por Medina, et al. (2018). Estos estudios son de gran importancia debido a que muestran la gran variedad de procesos físicos que involucran los dos principales mecanismos de emisión: térmico y no térmico. El primero es dominado por la emisión libre-libre que puede ser producida debido a: estrellas OB que ionizan el gas denso a su alrededor (Kurtz 2005), fotones UV de estrellas OB ionizando grumos restantes de gas neutro (Garay et al. 1987), glóbulos ionizados del disco protoplanetario de una estrella joven llamados "propylds" (O'dell et al. 1993; Zapata et al.2004), chorros que emanan de la acreción protoestelar (Anglada 1996) y/o vientos ionizados producidos por estrellas masivas (Bieging et al. 1989). Por otro lado, la emisión no térmica puede ser producida por: radiación girosincrotrón debida a estrellas jóvenes de baja masa con actividad magnética (André et al. 1988) o por la colisión de vientos entre estrellas binarias masivas generando radiación sincrotrón (Pittard y Dougherty 2006). En resumen, conocer las fuentes compactas nos permite conocer el tipo de mecanismo de emisión involucrado, conocer qué fuentes pertenecen a la región y cuál es su rol dentro de ella. En el actual trabajo se estudian las fuentes compactas de M17, una nube gigante molecular que contiene varias estrellas masivas OB que ionizan el gas a su alrededor, se encuentra a 1.8Kpc de nosotros (Kharchenko et al. 2005) y es una de las más luminosas de nuestra galaxia (Povich et al. 2007). Rodríguez et al. (2012) hicieron un estudio de las fuentes compactas en M17, mediante observaciones de la versión "clásica" del VLA, y publicaron un catálogo de 38 fuentes, entre ellas fuentes térmicas y no térmicas. Así, en el actual estudio se hace una determinación de las fuentes usando observaciones de la última actualización del VLA, aumentando significativamente el ratio de detección de Rodríguez et al. (2012). Mediante estas observaciones se detectaron 182 fuentes compactas, de gran impacto para el conocimiento de esta región siendo la primera vez que se detectan gran número de fuentes compactas en M17. Como objetivo a largo plazo, se ha mandado una propuesta al VLA con el fin de evaluar variabilidad en las fuentes y ver con mas detalle posibles fuentes térmicas.

M2256 **Sistema de lectura y caracterización de los detectores de inductancia cinética (KID) de la cámara mm MUSCAT.** *Marcial Becerril Tapia* (mbecerrilt92@gmail.com), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; Abraham Luna Castellanos(aluna@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; Edgar Castillo Domínguez(ecastillo75@gmail.com), SRON Netherlands Institute for Space Research; Samuel Rowe(rowes@cardiff.ac.uk), Cardiff University; David H. Hughes(dhughesy@gmail.com), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; *Expositor.*

MUSCAT es una cámara del continuo de ondas milimétricas que utiliza 1458 detectores de inductancia cinética (KID), divididos en seis canales. Opera bajo el régimen superconductivo a una temperatura de 150 mK, utilizando un novedoso sistema de enfriamiento de ciclo cerrado. Esta cámara pertenece a la nueva generación de instrumentos del Gran Telescopio Milimétrico (GTM), donde puede alcanzar una resolución angular de hasta 5.5" en la banda de 1.1 mm.

La tendencia en el desarrollo de instrumentos apunta al exponencial crecimiento en el número de detectores sobre el plano focal, su rápida y eficiente caracterización se vuelve crítica para la pronta consolidación del arreglo de detectores.

En este trabajo, presentamos un sistema de caracterización que incluye la lectura simultánea de detectores KID, así como el análisis cualitativo-cuantitativo de su respuesta en función de la temperatura base del detector, la potencia óptica incidente y la potencia de lectura. El sistema de lectura, llamado KID Lab, a través de la técnica de multiplexado en frecuencia realiza, 1) la adquisición simultánea de la transmisión (parámetro $S_{21}$) de los detectores, para un intervalo y paso definidos, donde se localizan las frecuencias de resonancia de cada detector, a las cuales se carga un conjunto de tonos sobre la señal de lectura, para así 2) iniciar la adquisición paralela de la respuesta de los detectores en el dominio del tiempo. Con esta información, la herramienta de análisis KID Analyser, extrae los parámetros físicos del arreglo y sus detectores, tales como: las frecuencias de resonancia, los factores de calidad, el nivel de ruido generación-recombinación, el tiempo de vida de las cuasipartículas, la responsividad y la potencia de ruido equivalente (NEP).

Aplicando las herramientas anteriores, se caracterizó la distribución y acoplamiento entre los 243 detectores de uno de los seis arreglos de MUSCAT, donde se observó que la respuesta individual de la mayoría de los detectores se adecua al diseño, con un factor de calidad de acoplamiento $Q_c$ ~50,000. Sin embargo, la dispersión de las frecuencias de resonancia, debido a la no uniformidad del proceso de fabricación, reduce el número de detectores funcionales a un 80%. Además, en colaboración con el sistema homodino del laboratorio KID de la Universidad de Cardiff, se analizó un arreglo con sólo 20 píxeles para caracterizar la responsividad y medir la sensibilidad (NEP) del detector, obteniendo un valor medio $\sim 1.35 \times 10^{-16} WHz^{-1/2}$.

Con el sistema aquí expuesto, buscamos promover en México el desarrollo tecnológico de la instrumentación milimétrica basada en detección KID, lo que permitirá en un futuro próximo proveer de instrumentos de competencia internacional al GTM, diseñados y fabricados en el INAOE.

M1975 **Diseño de un experimento para medir la densidad atmosférica en un nanosatélite "Payload".** *Elías Andres Pérez Rodríguez* (0188646@up.edu.mx), Universidad Panamericana; Alvaro*

*Trujilo Mena(0192674@up.edu.mx), Universidad Panamericana; Julieta Nava Granados(0215632@up.edu.mx), Universidad Panamericana; Juan Eduardo Ramirez Alvarado(0229161@up.edu.mx), Universidad Panamericana; Héctor Eduardo Gilardi Velázquez(hgilardi@up.edu.mx), Instituto Potosino de investigación cientifica y tecnológica; Maria Luisa Cruz Lopez(mlcruz@up.edu.mx), Instituto Nacional de Astrofisica; *Expositor.*
En el ámbito aeroespacial, "Payload" o "the Payload" significa la carga útil o uno de los componentes más importantes en la aeronave, en el ámbito espacial, esta palabra se usa para definir el sistema de componentes dentro de esta las cuales son de uso científico y con las cuales se pueden hacer recolecciones de datos, desde posiciones de elementos terrestres hasta desviaciones. Una astronave utiliza un sensor de referencia gravitacional (GRS) para mantener la masa flotante libre de perturbaciones externas, en este trabajo se propone el uso de una esfera iluminada con leds y el uso de sensores ópticos de sombra como GRS. Lo que nos permitirá medir, en el orden de micrómetros, el desplazamiento de masa de prueba en relación con el CubeSat que se utilizará como entrada para el sistema de control de propulsión. Debido a que la masa de prueba está libre de perturbaciones externas esta sigue una órbita geodésica pura. La fuerza necesaria que deben aplicar los propulsores para seguir la órbita geodésica es la fuerza de arrastre que experimenta el nanosatélite, mediante la cual es posible estimar los cambios en la densidad atmosférica. El sistema está diseñado para mostrar la posición relativa y teniendo en cuenta un bajo consumo de energía para no perturbar el sistema.

M2820 **Estudio de He II $\lambda$ 4686 en la región H II NGC 346** *José Andrés Sixtos González* (jasixtos@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México; Aida Hortensia Nava Bencheikh(awofford@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*
Los modelos de síntesis de poblaciones estelares enfrentan dos retos que tienen que ver con las líneas de emisión de He II $\lambda$4686 (óptico) y He II $\lambda$1640 (ultravioleta, UV). El primer reto es la reproducción del ancho equivalente de estás líneas de He II estelar ancha (FWHM 1000 km/s) que se observa en algunos espectros integrados de galaxias con formación estelar y sin AGN. Esto revela lagunas en nuestro entendimiento de la evolución de las estrellas masivas y constituye un problema si se quiere determinar el contenido en estrellas masivas a partir de éstas líneas. Con el fin de obtener mejores interpretaciones de observaciones de la línea de He II 4686 (óptico) que no están espacialmente resueltas, en este trabajo, se realizó un estudio de esta línea de He II en NGC 346, la cual es la región HII más brillante de la Nube Menor de Magallanes. Se usaron observaciones de rendija larga, tomadas con el Focal Reducer Low Spectrograph (FORS1), del Very Large Telescope (VLT) en Melipal, Chile. La rendija fue puesta en tres diferentes posiciones de la región H II, y posteriormente seccionadas en 34, 32 y 31 zonas, de las cuales se obtuvieron sus respectivos espectros, teniendo así 97 espectros. Una vez hecha la corrección por desplazamiento al rojo y extinción, se ajustaron funciones gaussianas a la línea de emisión He II $\lambda$4686 de cada espectro. Se encontró un FWHM 700 km/s en uno de ellos. Se uso las compilaciones de estrellas masivas de Dufton, et al. (2019) y estrellas tipo WR de Massey, P. et al. (2003) para comparar con nuestros resultados. Encontrando una importante discrepancia con la clasificación de Dufton, et al. (2019). Adicionalmente se realizó un conteo de estrellas WR en la región, con la línea de He II $\lambda$4686, encontrando un conteo bajo de estrellas WR debido a una perdida de flujo de dicha línea por el posicionamiento de las rendijas.

M2088 **PakalMPI: un modelo para el cálculo de cromosferas estelares utilizando observaciones en el sub-milimétrico** *Enrique Cruz(henry.ecm@gmail.com), Universidad Autónoma de la Ciudad de México; Arian Ojeda(arian@univap.br), Universidad del Valle de Paraiba; Enrique Perez(enrique584@hotmail.com), Universidad Autónoma de Nuevo León; Carlos Rodriguez(carlosrdz.isd@gmail.com), Universidad Autónoma de Nuevo León; Víctor Hugo De La Luz* (vdelaluz@enesmorelia.unam.mx), UNAM; Carlos Miranda(chms.59@gmail.com), Universidad Autónoma de Sinaloa; Jose Juan Gonzalez-Aviles(jjgonzalez@igeofisica.unam.mx), Universidad Michoacana; Francisco Tapia(ftapia.va@gmail.com), UNAM; Sergio Tinoco(stinoco@enesmorelia.unam.mx), UNAM; *Expositor.*
En este trabajo presentamos los resultados que el modelo PakalMPI a tenido en diferentes áreas de Astrofísica en el cálculo de las condiciones físicas de cromosferas estelares utilizando como entrada observaciones en el continuo en la región del sub-milimétrico. Presentaremos las aproximaciones teoricas y las diferentes familias de modelos derivados de PakalMPI así como el repositorio de software para trabajo distribuido del modelo hospedado en el Grupo Interdisciplinario de Cómputo Científico de la UNAM.

M2066 **Estudio del cambio de trayectoria de un objeto que entra a la atmósfera terrestre** *Raúl Gutiérrez Zalapa* (raulfismat@gmail.com), Posgrado en Ciencias de la Tierra-Universidad Nacional Autónoma de México; Joaquín Estevez Delgado(fismatumsnh@hotmail.com), Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas-Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Mario Rodríguez Martínez(mrodriguez@enesmorelia.unam.mx), Escuela Nacional de Estudios Superiores Morelia-Universidad Nacional Autónoma de México; Rafael Molina Zavala(rflzvl5@gmail.com), Escuela*

*Nacional de Estudios Superiores Morelia-Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*
Cuando se resuelve el sistema de ecuaciones diferenciales que rigen el comportamiento de un objeto que ingresa a la atmósfera terrestre y se describe de manera gráfica el cambio de la masa en función de la altura de vuelo o el cambio de velocidad en función de la altura de vuelo, se puede inferir que existe una altura, $h_\Omega$, bien delimitada, en la que la curva que describe los cambios antes mencionados observándose un cambio de concavidad. Este cambio abrupto físicamente puede estar relacionado con la altura a la cual los efectos del arrastre atmosférico interaccionan con el objeto debido a que la atmósfera terrestre genera cambios más significativos en la trayectoria. En este trabajo se presentará una solución analítica de esta altura $h_\Omega$, en donde se ha podido determinar que dicha atura va como $h \sim \ln\Box(mA\theta)$, donde m es la masa del objeto a esa altura, A es el área eficiente del objeto y $\theta$ en ángulo de la entrada a la atmósfera terrestre, Dicho resultado es consistente con observaciones físicas.

M1954 **Viajando a las estrellas.** *Cielo Guadalupe Reyes Gutierrez* (cielo.reyesgz@uanl.edu.mx), Universidad Autónoma de Nuevo León; Alejandro Lopez Alavez(alejandro.lopezavz@uanl.edu.mx), Universidad Autónoma de Nuevo León; Amanda Vanessa Fajardo Garcia(amanda.fajardogr@uanl.edu.mx), Universidad Autónoma de Nuevo León; *Expositor.*
En este trabajo se discuten la posibilidad de viajar más rápido que la luz a partir de tres modelos de warp drive, el primero es el de Alcubierre que consiste en una nave rodeada de un material exótico capaz de manipular el espacio expandiéndolo detrás de sí y contrayéndolo delante. Posteriormente, discutimos el modelo de Cero Expansión que señala que la expansión y la contracción del espacio no son indispensables y no requiere de la energía negativa propuesta por Alcubierre. Después, el modelo de Misner resuelve el problema de las CTC del modelo inicial, es decir, respeta el principio de causalidad de la física. Al final se hace un análisis de estos modelos para determinar el más viable.

M2216 **Modelos Cromosféricos en Estrellas de Tipo Solar Utilizando la Emisión Térmica a Longitudes de Onda Milimétrica, Sub-Milimétrica e Infrarroja** *Francisco Tapia Vázquez* (f.tapia@irya.unam.mx), Instituto de Radioastronomía y Astrofísica, Grupo Interdisciplinario de Cómputo Científico, Universidad Nacional Autónoma de México; Víctor Hugo De La Luz(vdelaluz@enesmorelia.unam.mx), Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad Morelia, Grupo Interdisciplinario de Cómputo Científico, Universidad Nacional Autónoma de México; Luis Alberto Zapata González(l.zapata@irya.unam.mx), Instituto de Radioastronomía y Astrofísica, Universidad Nacional Autónoma de México; Elizandro Huipe Domratcheva(elizandro@comunidad.unam.mx), Escuela Nacional de Estudios Superiores, Unidad Morelia, Universidad Nacional Autónoma de México; Jacob A. White(jacob.white@csfk.mta.hu), Konkoly Observatory, Research Centre for Astronomy and Earth Sciences; *Expositor.*
En este trabajo, presentamos una nueva metodología para ajustar el espectro observado y sintético de estrellas de tipo solar a longitudes de onda milimétricas, submilimétricas e infrarrojas a través de modelos semiempíricos de la cromosfera solar. Utilizamos el algoritmo Levenberg-Marquardt como método no lineal, PakalMPI como modelo semiempírico de la cromosfera solar, y observaciones recientes del Large Millimeter / submillimeter Array (ALMA) de Alpha Centauri A como un caso de prueba. Nuestros resultados muestran que podemos usar modelos semiempíricos cromosféricos solares como modelo de entrada para reproducir el espectro observado de estrellas de tipo solar. Los nuevos perfiles muestran similitudes con la cromosfera solar como un mínimo de temperatura (sin la restricción de la emisión de CO) y una meseta en la cromosfera alta. Nuestro método proporciona una nueva herramienta numérica rápida para estimar las condiciones físicas en estrellas de tipo solar.

M2392 **Geodésicas en sistemas binarios estacionarios de Kerr** *José Arturo Báez Jiménez* (jbaez@fis.cinvestav.mx), Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional; Nora Eva Bretón Báez(nora@fis.cinvestav.mx), Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional; Roberto Iván Cabrera Munguía(icabreramunguia@gmail.com), Universidad Autónoma de Ciudad Juárez; *Expositor.*
En esta charla voy a discutir el movimiento geodésico en un sistema binario estacionario de Kerr. Tomando como referencia un métrica binaria de Kerr, estableceremos las ecuaciones de movimiento que describen las trayectorias alrededor de una fuente binaria de dos hoyos negros corrotantes. Analizaremos también el estado límite de fusión en el cual derivaremos primero la métrica binaria cercana al límite de fusión y más tarde presentaremos algunos resultados de las geodésicas generadas tanto en el plano ecuatorial, así como en el plano meridional.

M1901 **Estudio de los efectos del momento angular en la evolución de un jet relativista atravesando un progenitor masivo a partir de simulaciones 3D-RHD** *María Fernanda Clever Uribe* (clever_fisica@ciencias.unam.mx), Instituto de Astronomía; Diego López Cámara Ramírez(diego@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía; *Expositor.*
Los efectos del momento angular en los modelos de progenitores pre-supernova son un factor importante que debe ser considerado durante la evolución de un jet relativista a través de la envolvente masiva en el contexto de los LGRB. Estudios previos han analizado dichos

efectos usando simulaciones RHD pero no han considerado distintas distribuciones de momento angular. En esta charla, mostraré cómo el momento angular modifica la morfología del modelo 16TI de Woosley y Heger (2006) y presentaré los resultados de la evolución de un jet que es inyectado en el progenitor rotante usando simulaciones numéricas 3D-RHD.

M1952 **Fotometría y Espectroscopía del Sistema Binario SDSSJ 122405.58+184102.7 - Evidencia de una sistema tipo SW Sextantis** *Héctor Aceves Campos(aceves@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México; Carlos Esteban Chávez Pech(carlosepech@yahoo.com), Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Universidad Autónoma de Nuevo León; Itzel Arias Rodríguez(arias.ir@hotmail.com), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Universidad Autónoma de Nuevo León; José Enrique Pérez León(enrique.perezln@uanl.edu.mx), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Universidad Autónoma de Nuevo León; Eduardo Gerardo Pérez Tijerina(eduardo.pereztj@gmail.com), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Universidad Autónoma de Nuevo León; Francisco Javier Tamayo Amaya(ftamayo@astrosen.unam.mx), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Universidad Autónoma de Nuevo León; Andres Alberto Aviles Alvarado* (andres.avileslv@uanl.edu.mx), Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Universidad Autónoma de Nuevo León; *Expositor.*
Presentamos evidencia observacional que nos permite clasificar al sistema binario no eclipsante SDSSJ 122405.58+184102.7 como un nuevo miembro de la clase SW Sextantis. A partir del análisis de la curva de luz en el óptico, identificamos la presencia de dos señales periódicas que se desarrollan en diferentes escalas de tiempo. La primera la identificamos como el período orbital de 0.167811(1) días (= 4.027464 (3) h) y la segunda sugerimos que es el período de giro de la enana blanca de 28.6 minutos. Este segundo período es probablemente la primera evidencia de la presencia de una enana blanca magnética en el sistema. La segunda evidencia es la presencia de la línea de emisión HeII λ4886 en su espectro. En este trabajo interpretamos las periodicidades detectadas dentro del contexto de un modelo de acreción magnético para estrellas Polares Intermedias.

M1966 **The most complete Long-Gamma Ray Burst Host Galaxies catalog so far** *Jeny Rojas Xochimitl* (jeny.rojas@outlook.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla - Facultad de Ciencias Físico Matemáticas; Mauricio Elías Chávez(mau_584@hotmail.com), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; *Expositor.*
In this work we present preliminary results of a statistical analysis of the physical properties of the most complete Long-GRB Host Galaxies catalog up to now. The catalog is composed by 262 objects, 237 host galaxies detected up to 2015 from the public GHostS catalog (http://www.grbhosts.org/) and 25 new sources collected from the literature up to 2020. We studied their physical parameters such as: metallicity, redshift, total stellar mass, luminosity and their large scale distribution. We found low metallicity environments ($12 + log(O/H) \sim 8.52$) and low host masses with high rate of star formation ($\sim 9 \times 10^9\, M_\odot$, $14.5\, M_\odot yr^{-1}$). Additionally we carried out a selection processes to detected active galaxies using the BPT diagrams and we compared our results with a sample of 50,000 normal galaxies obtained from the Sloan Digital Sky Survey (SDSS) database. Finally, we discuss the results of an spectroscopic analysis of a subsample of 10 host galaxies observed by the Gran Telescopio Canarias (GTC).

M1915 **INFRARED DARK CLOUDS AND HIGH-MASS STAR FORMATION ACTIVITY IN GALACTIC MOLECULAR CLOUDS** *Ricardo Retes Romero* (astroretes@gmail.com), Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y Electrónica / Universidad Popular Autónoma de Puebla; Divakara Mayya(ydm@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y Electrónica; Abraham Luna(aluna@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y Electrónica; Luis Carrasco(carrasco@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y Electrónica; *Expositor.*
Ever since their discovery, Infrared dark clouds (IRDCs) are generally considered to be the sites just at the onset of high-mass (HM) star formation. In recent years, it has been realized that not all IRDCs harbour HM Young Stellar Objects (YSOs). Only those IRDCs satisfying a certain mass-size criterion, or equivalently above a certain threshold density, are found to contain HMYSOs. In all cases, IRDCs provide ideal conditions for the formation of stellar clusters.
In this work, we study the massive stellar content of IRDCs to re-address the relation between IRDCs and HM star formation. For this purpose, we have identified all IRDCs associated to a sample of 12 Galactic molecular clouds (MCs). The sample of IRDCs have mean surface densities of 319 $M_\odot\, pc^{-2}$, mean mass of 1062 $M_\odot$, and a mass function power-law slope $-1.8$, which are similar to the corresponding properties for the full sample of IRDCs and resulting physical properties in previous studies.
We find that all those IRDCs containing at least one intermediate to high-mass young star satisfy the often-used mass-size criterion for forming HM stars. However, not all IRDCs satisfying the mass-size criterion contain HM stars. We find that the often used mass-size criterion corresponds to 35% probability of an IRDC forming a massive star. Twenty five (20%) of the IRDCs are potential sites of stellar clusters of mass more than 100 $M_\odot$.

M2374 **Evolución numérica del medio interestelar en una galaxia** *Jorge Alberto Osorio Caballero**

*(acaballero97@ciencias.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Malinalli Pérez Nieto(malinallipni@ciencias.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Ary Rodríguez González(ary.rdz@gmail.com), Instituto de Ciencias Nucleares de la Universidad Nacional Autónoma de México; Liliana Hernández Martínez(lilihe.mtz@gmail.com), Universidad Nacional Autónoma de México; Pedro Ruben Rivera Ortiz(pedroruben.riveraortiz@univ-grenoble-alpes.fr), Institut de Planétologie et d'Astrophysique de Grenoble; *Expositor.*

Presentamos un estudio numérico de la evolución del medio interestelar durante la historia de una galaxia, debido al gas que inyectan todas las estrellas masivas en ella (en forma de viento y supernova) . En nuestro estudio consideramos la formación estelar dentro de cúmulos estelares compactos (con radios de aproximadamente 5 pc), retroalimentación mecánica y enfriamiento radiativo. Las simulaciones fueron realizadas usando GADGET-2 que es un código hidrodinámico/ncuerpos. La energía mecánica que inyectan los cúmulos estelares fue calculada usando modelos de síntesis de población estelar (Starburst 99) para la masa de cada brote estelar generado en nuestra simulación.

M2195 **Mesa interactiva basada en realidad virtual para aplicaciones astronómicas - segunda etapa** *Ricardo Jiménez Orta* (rgt91@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Luis Alberto Ramirez Bermudez(laram@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Fernando Angeles Uribe(angel@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México; Luis Artemio Martínez Vázquez(lamb@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México; Donají Xochitl Cruz López(xochitl.cruz@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Valente Vázquez Velázquez(valente@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

En el presente trabajo se expone la segunda etapa del desarrollo de una mesa de realidad virtual (MRV) para aplicaciones astronómicas, la cual mediante el uso de un sensor de profundidad nos permite obtener datos de una superficie, aplicarles un método de extrapolación y proyectar sobre la misma, modelos 3D. La MRV contiene módulos de simulación de fluidos para su estudio tomando en cuenta variables físicas como densidad, volumen, gravedad e interacción con la orografía bajo distintas atmósferas. Se le incluyó la posibilidad de desplegar objetos celestes usando distintos marcadores lo que permitirá a futuro volcar datos de simulaciones de interacción entre dichos cuerpos de acuerdo con su tamaño, posición y densidad. Dadas estas características la MVR es una excelente herramienta educativa que permitirá motivar a los alumnos mediante la posibilidad de apreciar y modificar en tiempo real dichos fenómenos. Agradecemos al: Dpto de Física, Taller de control y electrónica - Fac. de Ciencias, Instituto de Astronomía - UNAM, y al proyecto PAPIME - PE111019 el apoyo facilitado al presente trabajo.

***Enseñanza***
***Línea (online)***

M1846 **Diseño e implementación de prácticas para Laboratorios de la carrera de Física de la Facultad de Ciencias de la UNAM con Arduino** *José Luis Del Río Valdés(jluisdrv@unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Mario Alberto Valle Zavala* (mario_valle@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

Se hizo un estudio de las practicas que se realizan en algunas materias de laboratorio que se imparten en la Facultad de Ciencias de la UNAM, tales como mecánica, fluidos y electromagnetismo, en base a esto se diseñaron nuevas practicas que aprovecharan las nuevas tecnologías para facilitar el aprendizaje de los alumnos, en particular se hizo un uso de una placa Arduino UNO y sensores, que además de ser fácil de conseguir, son muy económicos, permitiendo incluso a los alumnos realizar las practicas en su casa. Se agradece a la Facultad de Ciencias de la UNAM el apoyo para la realización de este trabajo.

M2238 **Contribuciones analíticas desde el enfoque de sistemas complejos al estudio de las organizaciones** *Carmen Hernández Cansino* (cansino77@yahoo.com.mx), UNAM, Programa de Becas Posdoctorales en UNAM, Becaria del Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades, CEIICH, asesorada por la doctora María de La Paz Ramos Lara; María De La Paz Ramos Lara(ramoslm@unam.mx), Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades, CEIICH-UNAM; Gustavo Carreón Vázquez(gcarreon@unam.mx), Instituto de Investigaciones Económicas,IIEc-UNAM; *Expositor.*

Este trabajo se refiere al estudio de la dinámica de las organizaciones bajo el paradigma de sistemas complejos adaptativos, esto es, sistemas no lineales y abiertos que presentan constantes cambios debido a los procesos de retroalimentación y a la interacción con el ambiente. Se plantea que desde esta perspectiva, se puede estudiar a cualquier tipo de organización como por ejemplo, las organizaciones públicas, privadas, jurídicas, de sociedad civil, educativas, de salud, entre otras. Este es un trabajo interdisciplinario que involucra aportes teóricos sobre la concepción de organización de autores del área de administración y estudios organizacionales, así como la

presentación de una propuesta de organización desde la perspectiva de las ciencias de la complejidad.

M2290 **Sólidos platónicos y su programación** *José Abraham Morales Vidales* (elabraham98@gmail.com), Universidad Autónoma de Nuevo León; Saúl Alejandro Sandoval Salazar(ssandovalsalazar@gmail.com), Universidad Autónoma de Nuevo León; Jimena Magdalena Jacobo Fernández(jimena.jacobofe@uanl.edu.mx), Universidad Autónoma de Nuevo León; Alfredo Tlahuice Flores(tlahuicef@gmail.com), Universidad Autónoma de Nuevo León; *Expositor.*
Este trabajo está dedicado al estudio y generación de modelos 3D de compuestos con importancia en la química estructural y ciencia de materiales. Se ha programado los poliedros regulares y sus relaciones geométricas utilizando un lenguaje de programación orientado a objetos (e.j, POV-Ray). Se han trabajado los aspectos geométricos de polígonos en dos dimensiones y se han generado/programado los respectivos algoritmos computacionales. Las sesiones incluyen el estudio de figuras tridimensionales duales, donde se adapta el código escrito para generar coordenadas cartesianas de los sólidos platónicos. Los materiales para guiar a los estudiantes incluyen: explicación de los pseudocódigos, asesorías durante las sesiones de programación, revisión de los códigos generados, y sesión de ejercicios y desafíos. Todas las actividades durante las sesiones tienen el objetivo de incentivar y mantener las expectativas iniciales de los alumnos. Los estudiantes obtienen nuevas habilidades y conocimientos que los ayuda a obtener los códigos de la molécula C60 (icosaedro truncado); cúmulo metálico icosaédrico; y el cuboctaedro.

M1865 **EXPERIMENTOS DIDÁCTICOS PARA DETECCIÓN DE RAYOS X Y PARTÍCULAS CARGADAS** *Derian Leonel Serrano Juárez* (derian@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Juan Antonio Mendoza Flores(Fyziko@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Juan Carlos Pineda Santamaría(pineda@fisica.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; Javier Miranda Martín Del Campo(miranda@fisica.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*
Gracias a la reestructuración de los Laboratorios de Física Contemporánea en la carrera de Física de la Facultad de Ciencias, UNAM, los alumnos pueden llevar a cabo prácticas en la Facultad y en laboratorios externos, que extiendan su formación práctica. Se describe un dispositivo para la enseñanza del uso de detectores de rayos X y de partículas, en el Laboratorio de Aerosoles del Instituto de Física, para esos cursos, basado en un dispositivo presentado en un Congreso anterior. Se usan fuentes radiactivas de 241Am (actividad 1.72 GBq) con un detector tipo CdTe para rayos X y una fuente triple Pu-Am-Cm con un detector de barrera superficial para partículas alfa. Se trabaja en bajo vacío. Se pueden medir probabilidades de transiciones radiativas de vacantes de elementos lantanoides y el poder de frenado en blancos delgados de polímeros.

M1852 **"La vela bailarina: Un experimento para iniciar en la física del plasma"** *David Cabello Soto* (dcabello@icf.unam.mx), Universidad Autónoma del Estado de Morelos; Armando Bustos Gómez(bustos@icf.unam.mx), Universidad Autónoma del Estado de Morelos; Jaime De Urquijo Carmona(jdu@icf.unam.mx), Universidad de Manchester; Guillermo Bustos Maya(gbustos@icf.unam.mx), Universidad Autónoma del Estado de Morelos; Luis Gerson Pérez Romero(lgperez@icf.unam.mx), Universidad Autónoma del Estado de Morelos; Olmo González Magaña(olmogm@icf.unam.mx), Universidad de Groningen; *Expositor.*
Se presenta un dispositivo novedoso, diseñado y desarrollado en el Laboratorio de Plasmas de Baja Temperatura del Instituto de Ciencias Físicas de la UNAM con el objetivo de ilustrar, de manera divertida, algunas propiedades de los plasmas. El experimento llamado jocosamente "La vela bailarina" está enfocado a motivar y despertar el interés por el estudio de la física en estudiantes de varios niveles educativos, con énfasis en la enseñanza media. El experimento opera mediante la interacción de un campo eléctrico continuo o pulsado con una flama y puede sincronizarse con una señal acústica. Un plasma es un gas ionizado que contiene partículas cargadas (electrones e iones) y neutros. Un ejemplo del plasma es la flama, cuya luz es emitida por el decaimiento de estados excitados de moléculas que componen el aire y la cera de la vela. Cuando se coloca una vela encendida en medio de un par de electrodos paralelos en forma de disco, las partículas cargadas dentro de la flama son atraídas o repelidas, según su carga, en la dirección del campo eléctrico que se produce entre las placas, deflectando a las partículas cargadas, haciéndose visible por la luz emitida. El prototipo puede funcionar en dos modos, con un campo eléctrico continuo, o bien pulsado. Para producir el modo continuo se utilizó un voltaje de corriente directa entre 0 y 2.5 kV, logrando la deflexión constante de la flama hacia una de las placas. Los electrodos están separados 7 cm. Para el caso pulsado, el voltaje aplicado es de 12 kV y los pulsos tienen una duración de 5 ms. El primario de un transformador de elevación de voltaje es excitado por un oscilador de amplitud variable para así controlar el voltaje aplicado a uno de los electrodos. El circuito oscilador se basa en el temporizador LM555, que excita a los transistores entre saturación y corte. Entonces, La flama se deflecta de acuerdo con la frecuencia de salida del circuito oscilador. Para hacer el experimento más divertido, se propuso controlar la variación del campo eléctrico con una señal de música para que la deflexión de la flama dependa del ritmo de la melodía. La señal de salida de audio de cualquier dispositivo reproductor

de música se hace pasar por una etapa acondicionadora que funciona como filtro pasa banda, dejando pasar sólo aquellas frecuencias que se encuentren entre 60 y 140 Hz. Ya filtradas las frecuencias, se detectan los picos de éstas por medio de un comparador de nivel para dejar pasar únicamente las frecuencias con picos de mayor intensidad. Los pulsos resultantes a la salida del comparador de nivel se aplican a un optoaislador 4N25 para excitar la etapa de transistores que excitan el transformador. Los autores agradecen el apoyo de los proyectos PAPIME PE 108518, PAPIIT-UNAM IN 108417 y PAPIIT-UNAM IA 104520.

M2554 **Sustentabilidad energética en el contexto urbano, propuesta educativa para la asignatura de Física III** *Miguel Cuauhtli Martínez Guerrero* (cuauhtli.86@hotmail.com), Preparatoria de la Universidad La Salle Unidad Santa Teresa; Amaury Pérez De Dios(amaury_140@hotmail.com), Facultad de Arquitectura Universidad Nacional Autónoma de México; Jorge Alberto Osorio Caballero(acaballero97@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*
En la Facultad de Ciencias (UNAM), a la par de desarrollar el temario de la asignatura de Física Contemporánea, los estudiantes logran acreditarse en 2 cursos de la plataforma COURSERA [1]. Sin embargo, a pesar de los alentadores resultados; 64% aprobó la asignatura con una calificación de excelencia, dicha acreditación COURSERA no necesariamente permite que los estudiantes puedan resolver problemas en su entorno urbano y carece de un vínculo con proyectos de orden global o gubernamental de su localidad. Para atender esta falta de conexión, se propone establecer un vínculo directo entre los objetivos de una asignatura de Física, el proyecto de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) [2] y el proyecto Ciudad Solar de la CDMX [3]. Además, para incluir a una población mayor, este trabajo se dirige a los alumnos de cuarto grado de preparatoria. En el año 2015 se establecieron 17 Objetivos para un Desarrollo Sostenibles (ODS) [2]. El actual plan de estudio de la asignatura de Física III, actualizado en 2016, de la Escuela Nacional Preparatoria (UNAM) [4] coincide con el ODS 7 (Energía asequible y no contaminante), y muestra una clara tendencia hacia una enseñanza que involucre a los alumnos en la discusión de las energías renovables [2]. Sin embargo, queda para el docente, en su calidad de profesional de la educación, adecuar dicho temario al contexto de los estudiantes [5]. En el presente trabajo, se utiliza el contexto urbano para desarrollar los conceptos y habilidades del temario de Física III [4]. Se propone establecer una correlación entre esta materia y el temario del Estándar de Competencia de Instalación de Sistemas Fotovoltaicos de la Secretaría de Desarrollo Económico (SEDECO) [4]. El cual forma parte del proyecto Ciudad Solar, que tiene como objetivo establecer una economía urbana baja en carbono mediante la aplicación de sistemas de aprovechamiento solar [4]. Con este planteamiento, al término del ciclo escolar, los alumnos tendrán la capacidad de desarrollar los conceptos y habilidades de la asignatura, pero también contarán con un marco teórico suficiente para realizar de forma exitosa el curso de instalación de sistemas fotovoltaicos ofertado por el Instituto de Capacitación para el Trabajo (ICAT). Con la finalidad de poder recibir la certificación CONOCER [6], y tomar decisiones energéticamente viables en la ciudad [2]. [1] Martínez M. (2019). Física Contemporánea Semestre 2020-1. Facultad de Ciencias UNAM. [2] ONU. (2015). Objetivos de Desarrollo Sostenible. Organización de las Naciones Unidas. [3] SEDECO. (2019). Ciudad Solar. Secretaría de Desarrollo Económico. [4] UNAM. (2016). Plan de Estudios Física III. Escuela Nacional Preparatoria UNAM. [5] Martínez, M. (2016). Enseñanza de los principios de la mecánica cuántica en la educación media superior. Tesis de MADEMS (UNAM). [6] SEP. (2017). Consejo Nacional de la Normalización y Certificación de Competencias Laborales. Secretaria de Educación Pública.

M1847 **Diseño y construcción de un dispositivo para obtener las curvas de un diodo con Arduino** *José Luis Del Río Valdés* (jluisdrv@unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Fernando Angeles Uribe(fernando.angeles@ciencias.unam.mx), Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México; Donají Xochitl Cruz López(xochitl.cruz@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*
Se diseñó un circuito que permite obtener la curva característica de voltaje contra corriente en un diodo, para ello se usa un sensor de corriente y un Arduino UNO, el dispositivo varia el voltaje aplicado al diodo lo registra al igual que el valor de la corriente eléctrica, esta curva se grafica en una pantalla LCD gráfica, pudiéndose emplear para distintos tipos de diodos este dispositivo es una gran ayuda para el aprendizaje de los alumnos en la materia de Laboratorio de Electrónica. Se agradece a la Facultad de Ciencias de la UNAM el apoyo para la realización de este trabajo.

M2707 **EXPERIENCIAS DIDÁCTICAS EN TERMODINÁMICA** *Maréa José Valenzuela Barreras* (majob315@hotmail.com), Universidad de Sonora Unidad Regional Sur; Oscar Rubén Gómez Aldama(oscar.gomez@unison.mx), Universidad de Sonora campus Cajeme; Lamberto Castro Arce(lamberto.castro@unison.mx), Universidad de Sonora Unidad Regional Sur; *Expositor.*
Universidad de Sonora unidad regional sur, Departamento de Física, Matemáticas e Ingeniería Boulevard Lázaro Cárdenas # 100 col. Fco. Villa, CP 85850 Navojoa Sonora.
Se han revisado algunos conceptos básicos respecto a la materia de Termodinámica y su enseñanza, se planea encontrar una motivación a estos temas, que se incluyen en

el PE inscrita. Las interrogantes que nos hemos planteado, son las siguientes: ¿Cómo se enseña actualmente la Termodinámica a estudiantes de ingeniería? ¿Cómo se presentan los principales conceptos de la Termodinámica en la bibliografía? Se consideran algunos temas claves para su enseñanza atendiendo a las experiencias y revisión bibliográfica. Sería muy positivo para quienes estén enseñando Termodinámica actualmente promovieran el área a líneas de investigación científica.

M2741 **Involucramiento de los estudiantes en un curso de electricidad y magnetismo basado en la estrategia de aprendizaje por proyectos** *Ayax Santos Guevara* (ayax.santos@udem.edu), Universidad de Monterrey; Osvaldo Aquines Gutiérrez(osvaldo.aquines@udem.edu), Universidad de Monterrey; Héctor Antonio González Flores(hector.gonzalezf@udem.edu), Universidad de Monterrey; *Expositor.*
A pesar de la relevancia de la ciencia en la ingeniería, a veces los estudiantes de ingeniería no ven la conexión de los cursos de física con su campo de estudio. Como alternativa, se diseñó un curso basado en proyectos para involucrarlos en el tema. El curso comienza definiendo un conjunto de proyectos entre los que pueden elegir. En cada uno de ellos, tienen que aplicar los conceptos vistos en el curso para construir el prototipo final. Los principales resultados del proyecto son: un primer informe en el que detallan cómo construirán su prototipo y los conceptos físicos implicados, un segundo video informe (youtube) en el que muestran su primera prueba y, finalmente, una presentación oral y una demostración del prototipo en funcionamiento. enfrente de la clase. Los resultados cualitativos de las entrevistas muestran que los estudiantes se sienten más motivados ya que relacionan el curso con el mundo real y otras áreas de la ingeniería.

M2711 **Electrónica de Cohetes** *Diego Moises Almazo Perez* (diego.almazo@uacj.mx), UNIVERSIDAD AUTONOMA DE CIUDAD JUAREZ; Abdiel Ramirez Reyes(abdiel.ramirez@uacj.mx), UNIVERSIDAD AUTONOMA DE CIUDAD JUAREZ; Carlos Alberto Ochoa Ortíz(alberto.ochoa@uacj.mx), UNIVERSIDAD AUTONOMA DE CIUDAD JUAREZ; Osiel Ramirez Sandoval(osiel.ramirez@uacj.mx), UNIVERSIDAD AUTONOMA DE CIUDAD JUAREZ; *Expositor.*
"Un cohete es un vehículo, aeronave o nave espacial que obtiene su empuje por la reacción de la expulsión rápida de gases de combustión desde un motor cohete (motor de reacción que genera empuje mediante la expulsión de gases que provienen de la cámara de combustión)". Carlos Duarte Muñoz, 2018. El principio de funcionamiento del motor de cohete se basa en la tercera ley de Newton, la ley de la acción y reacción, que dice que "a toda acción le corresponde una reacción, con la misma intensidad, misma dirección y sentido contrario". La importancia de estos vehículos radica en dos características: su capacidad de alcanzar grandes velocidades y aceleraciones y poder funcionar en el vacío, al igual que a través de ellos investigar sobre los distintos fenómenos en el espacio y así experimentar mediante el lanzamiento de carga útil. Es por eso que la electrónica de cohetes es fundamental para cumplir estos objetivos de investigación, ya que con ella se puede obtener datos específicos a través de distintos tipos de sensores y artefactos electrónicos, como la ubicación, velocidad, aceleración, temperatura, presión, entre otros. Dentro de nuestro proyecto haremos uso de ella para la adquisición de datos de la IMU y GPS. La principal herramienta utilizada en el desarrollo de nuestro proyecto es la unidad de medida inercial (IMU) desarrollada especialmente para ser utilizada en cohetes de agua y aire comprimido. La IMU desarrollada cuenta con 10 grados de libertad, la selección de los sensores fue realizada teniendo en cuenta las características de vuelo de nuestro cohete. Para obtener estas variables es necesario programar cada uno de los componentes de acuerdo con las necesidades del cohete. El principal obstáculo en nuestro proyecto es la creación de un código que se apegue a las especificaciones del acelerómetro y al Sistema de Posicionamiento Global (GPS) al igual que el correcto almacenamiento de los datos, por lo que, durante el verano, se estudiarán las características de cada uno de estos componentes, utilizando el lenguaje de programación en Arduino.

M2377 **Construcción de poliedros mediante el análisis de la base rítmica de una composición musical** *Sonia María Pérez Portillo* (perezportillos@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias Universidad Nacional Autónoma de México; Miguel Cuauhtli Martínez Guerrero(cuauhtli.86@hotmail.com), Preparatoria de la Universidad La Salle Unidad Santa Teresa; *Expositor.*
En este trabajo se presenta una metodología para la construcción de un poliedro, mediante el análisis matemático de una de las bases rítmicas más comunes en la música latinoamericana, una clave de bossa nova [1]. Este desarrollo, muestra la estrecha relación entre la música y las matemáticas (particularmente la geometría) transformando un ritmo, estímulo sonoro, en un ente geométrico tridimensional, estímulo visual. De forma particular, el ritmo de bossa nova se transforma en una pirámide de base cuadrangular. Además, se proponen dos estructuras rítmicas para la transformación de otros dos poliedros, un cubo y una pirámide de base triangular (tetraedro) que forman parte de los sólidos platónicos [2]. El objetivo principal de este proyecto es ejemplificar la relación entre las matemáticas y la música, esto mediante una visualización didáctica que parte de conceptos de teoría musical y su relación con las matemáticas, otorgando valores numéricos a pulsos musicales para después generar una visualización tridimensional [3]. De esta forma se busca alentar al público a mirar la relación arte-ciencia como un vínculo armonioso que se complementa [4]. [1] McGowan, C., y Pessanha, R. (2008). The Brazilian sound: samba, bossa nova, and the popular

music of Brazil (Rev.ed.). Philadelphia, USA:Temple University Press. [2] Romero, A. (2005). El número áureo: en búsqueda de la perfección natural. Revista Digital Universitaria. Vol. 6, No. 7. [3] Clendinning, J. P., y Marvin, E. W. (2016). The Musician's Guide to Theory and Analysis Anthology (Rev. ed.). Florida USA: W.W. Norton. [4] Fauvel, J., Flood, R., y Wilson, R. (2006). Music and Mathematics: From Pythagoras to Fractals (Rev. ed.). Oxford UK: Oxford University Press.

M2765 **Un Brincolín Magnético y su análisis dinámico** *Elías López Cruz* (elopez@ifuap.buap.mx), Instituto de Física "Luis Rivera Terrazas" de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Ahmed Guarneros López(ahmed.gl.99@gmail.com), Facultad de Arte de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*

Inspirados en un problema propuesto en un libro de texto de Electricidad y Magnetismo (Ref. 1), se llevó a cabo un experimento consistente en dos imanes circulares con magnetización a lo largo del eje de simetría, puestos frente a frente en forma vertical con polaridades iguales de modo que se repelieran. El arreglo se realizó dentro de un tubo plástico transparente para ver la evolución del movimiento, se levantó uno de los magnetos a 19 cm y se dejó caer libremente de tal manera que se acercara lo más posible al magneto inferior que se fijó a una base para que no se moviera. La caída y acercamiento se grabó con una cámara de video de un celular en cámara lenta y luego se analizó el movimiento mediante el programa Tracker. Usamos la expresión que da, de forma aproximada, la fuerza de repulsión entre magnetos de momento m, separados la distancia $z$: $F = 3Mm^2/(2piz^4)$, donde $M$ es la permeabilidad magnética del vacío. Encontramos que el magneto que cae rebota unas 10 veces a alturas cada vez menores haciendo un efecto tipo brincolín, quedando finalmente en equilibrio a una altura dada por el peso del imán superior y la fuerza de repulsión entre los imanes. Se discute el comportamiento y se deducen algunas propiedades de los magnetos y de los rebotes, en particular el coeficiente de restitución de los rebotes.

Referencias

[1.] David J. Griffiths, Introduction to Electrodynamics, Fourth Edition, Cambridge University Press (2013) Problema 6.23

M2518 **Desarrollo de un porta sustratos fijo para recubrimientos uniformes por evaporación térmica** *Luis Flores Morales* (lfm@ciencias.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Héctor De Jesús Cruz Manjarrez Flores Alonso(hector@fisica.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Miguel Angel Garcia Garcia(migue_angel@ciencias.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Alicia Lara Álvarez(alicialara05@yahoo.com.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

En el Taller de vacío se tiene un sistema de evaporación térmica cuya fuente de vapor es una resistencia (efecto Joule), la distribución característica de la emisión de la fuente de evaporación es la parte esencial para poder definir la geometría que mejor distribución uniforme proporciona. Por la relevancia que tiene la uniformidad en los recubrimientos, se diseñó y construyó un porta sustratos que mejor se ajustara a la distribución radial de la resistencia y que ajustara a las dimensiones de la cámara de procesos del sistema. En este trabajo mostramos el porta sustratos construido y los resultados obtenidos en recubrimientos crecidos con y sin porta sustratos.

M2010 **Determinación de parámetro de red de NaCl** *Luis Gottdiener Gutmann(luisgrgt@hotmail.com), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Iván Montaño Jaramillo* (opus9@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

Se realizó un experimento, apropiado para el laboratorio de enseñanza, con el fin de determinar el parámetro de red $a$ de un cristal de NaCl. Se supone una malla fcc con una base de Na: (0, 0, 0) y Cl: (½, 0, 0). La celda unidad contiene 4 átomos de Na y 4 de Cl en un volumen $a$**3, con densidad M/$a$**3. M se obtiene de los pesos atómicos. La parte experimental consiste en medir la densidad de NaCl mediante una balanza analítica y un vaso de precipitados graduado. La densidad experimental se iguala a M/$a$**3. Se obtuvo un resultado para $a$ que coincide en 3 cifras con el valor aceptado. Se hace notar que debe utilizarse NaCl (producto químico) y no sal de mesa.

M1850 **PENDULO DE FOUCAULT EN EL SIGO XXI** *Julio Lopez Ibarra* (julioloib@hotmail.com), UNIVERSIDAD AUTONOMA DE CIUDAD JUAREZ; *Expositor.*

El Péndulo de Foucault en el Siglo XXI consiste en el diseño y construcción de un Péndulo de Foucault en el Museo La Rodadora, en Cd. Juárez, Chihuahua. Es un proyecto de naturaleza lúdica, permitirá a los visitantes del museo comprender de manera evidente, sencilla y divertida la rotación de la tierra, El proyecto considera la vinculación con el resto de la sociedad, el trabajo multidisciplinario y la innovación tecnológica.

M1906 **Diseño y construcción de circuitos impresos PCB en la carrera de Física de la UNAM** *José Luis Del Río Valdés(jluisdrv@unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Jesús Antonio Rosas Gutiérrez* (jesusantonio@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

Además del Laboratorio de Electrónica, en la Facultad de Ciencias de la UNAM se imparten materias optativas de Electrónica, como circuitos eléctricos, máquinas digitales, robótica y control, estas materias ayudan en la parte experimental de la física para poder automatizar

experimentos o crear instrumentación propia de acuerdo a las necesidades de algún proyecto. La creación de placas de circuito impreso PCB (Printed Circuit Board) permite al alumno tener dispositivos que perduren en el tiempo y no se queden en protoboards, teniendo el riesgo de que los componentes se pierdan o dañen, esto ayuda a las siguientes generaciones de alumnos a contar con dispositivos didácticos o de instrumentación que puedan usar nuevamente en algún experimento. En este trabajo se muestra el procedimiento para hacerlos, así como ejemplos de los resultados, entre ellos están: anemómetro, medidor de campo magnético, termómetro, circuitos con amplificadores operacionales, transistores y microcontroladores, que pueden aplicarse no solo en Física, si no en otras carreras de la Facultad. Se agradece el apoyo para la realización de este trabajo a la Facultad de Ciencias, de la UNAM.

M2371 **Uso de simulaciones interactivas PhET en la modalidad virtual de la asignatura de Física Moderna** *Jesús Manuel Sáenz Villela* (jessaenz@uacj.mx), Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Instituto de Ingeniería y Tecnología; Karen Yael Castrejón Parga(kcastrej@uacj.mx), Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Instituto de Ingeniería y Tecnología; *Expositor.*

Ante la necesidad de continuar las clases en modo virtual dada la situación ya conocida de la contingencia sanitaria por el COVID-19, la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez implementó el Plan de Continuidad Académica Virtual, en el cual se pusieron a disposición de los docentes diversas herramientas de las tecnologías de la información y la comunicación. En este trabajo se presentan ejemplos del uso de las simulaciones PhET Interactive Simulations de la Universidad de Colorado Boulder, las cuales son de uso gratuito, con licencia y muchas de ellas en español, y de la plataforma Microsoft Teams. Algunos de los temas abordados en la asignatura de Física Moderna, mostrados en este trabajo, son espectro de cuerpo negro, efecto fotoeléctrico y modelos del átomo de hidrógeno; modelos de bola de billar, de pudín con pasas, de sistema planetario, de Bohr, de de Broglie, y de Schrödinger. Además de mostrar el funcionamiento de las simulaciones, se plantean algunas actividades de aprendizaje.

En la simulación del espectro de cuerpo negro se puede seleccionar la temperatura, simulando diversos objetos, para ver la longitud de onda e intensidad del espectro emitido por el objeto. En las actividades de aprendizaje se puede guiar a los estudiantes a describir los efectos de la temperatura y a establecer una relación entre ésta con la longitud de onda en el pico de la curva del espectro.

En la simulación del efecto fotoeléctrico se pueden manipular la intensidad y la longitud de onda de la luz que incide sobre diversos metales. Las actividades de aprendizaje pueden ayudar a los estudiantes a entender los efectos de la intensidad y de la longitud de onda de la luz incidente en el metal sobre la corriente medida en un amperímetro virtual y la energía de los electrones emitidos por la placa metálica.

Finalmente, en la simulación del átomo de hidrógeno, se pueden explorar los modelos mencionados al hacer incidir luz ya sea blanca o monocromática sobre una caja con hidrógeno. Un espectrómetro virtual registra los fotones emitidos por el átomo en un histograma de acuerdo con su longitud de onda. Las actividades de aprendizaje pueden conducir a los estudiantes a entender la necesidad de actualizar los modelos del átomo de hidrógeno.

M2044 **Patrón de difracción de Fraunhofer para un láser verde y una rejilla de aberturas cuadradas** *Gabriela Bautista Ruiz* (gaby_b@ciencias.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Edna Magdalena Hernández González(ednah@ciencias.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Guillermo Alejandro Pérez Lobato(guilleme@ciencias.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

Debido a la cuarentena de 2020, se desarrollaron métodos alternos a los experimentos que se realizan en un laboratorio de óptica. Se puede estudiar la difracción de Fraunhofer utilizando solamente un apuntador láser y un tejido cerrado (que funciona como rejilla de difracción). Aquí se presentan los resultados y retos de trabajar con dicho material. Más aun con una rejilla amorfa que idealmente debería ser de aberturas cuadradas. Pero el objetivo principal es conocer la forma de la rejilla de difracción. La luz del láser al incidir en la rejilla, genera un patrón de difracción de Fraunhofer (que podemos ver en una pantalla). Con este patrón experimental se calculó la transformada de Fourier inversa para obtener la geometría de la rejilla. Asimismo se modelaron distintas rejillas, de tal manera que el módulo de la transformada de Fourier asociada a cada rejilla se pareciera al patrón de difracción experimental (utilizando Image J, con la herramienta de resta de imágenes), también se calculó la irradiancia usando la ecuación de difracción para campo lejano y se comparó con el módulo de la transformada de Fourier antes calculada. Resulta que la transformada de Fourier asociada a una rejilla cuyas aberturas son de $(7.7\times10^{-5}\pm2.8\times10^{-5})m$, sin formar una figura con una geometría definida y simétrica, tiene el módulo que más se acerca al patrón de difracción visto en la pantalla, a diferencia de cuando la rejilla se parece a una cuadricula de aberturas cuadradas, tal como se esperaba. Se concluye que la transformada de Fourier inversa es el método más eficaz para conocer la rejilla de difracción. Una aplicación muy útil de este método es conocer la estructura de un cristal. Si se tiene el patrón de difracción se puede conocer su estructura, con la ventaja de ser periódica.

M2440 **Campo magnético de imanes cilíndricos y campo terrestre usando una brújula** *Elías López Cruz(elopez@ifuap.buap.mx), Instituto de Física "Luis Rivera Terrazas" de la Benemérita Universidad*

*Autónoma de Puebla; Ahmed Guarneros López* (ahmed.gl.99@gmail.com), Facultad de Arte de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*

En la literatura hay varios reportes acerca de medidas de las propiedades de imanes cilíndricos y de otras formas (ref.1). En particular, la medida del campo magnético B a lo largo del eje de simetría y el momento magnético del imán. Uno de los métodos para medir el campo terrestre usa una bobina y una brújula puesta en el interior del devanado. Otro usa dos cilindros idénticos, con ello se consigue medir la componente horizontal del campo terrestre Bh y el momento magnético de los imanes. En este trabajo se presentan resultados de medidas usando una brújula e imanes de cerámica mate, cerámica brillante y de Neodimio, todos ellos imanes comerciales. Se encuentran valores que son muy cercanos a los aceptados (ref. 2), aunque también hay serias discrepancias. Se discuten los significados de los resultados y las posibles formas de mejorar los métodos para ese tipo de mediciones. Algunos valores típicos medidos en este trabajo son: Bh=.271G, .288G, para imanes cerámicos mate; .257G para imanes cerámicos brillantes, .18G para dos imanes de Neodimio en tándem. Los tres primeros valores son bastante cercanos a los reportados en un simulador de la web (ref. 3).

Referencias:

1. http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/es/
2. https://sites.google.com/site/fisicacontics/actividades/medicion-del-campo-magnetico-de-la-tierra
3. www.ngdc.noaa.gov/geomag-web/?model=igrf#igrfwmm

M2372 **Exámenes Personalizados en la Zona de Desarrollo Próximo (ZDP) para Alumnos de Preparatoria en la Asignatura de Física**

*Miguel Cuauhtli Martínez Guerrero* (cuauhtli.86@hotmail.com), Preparatoria de la Universidad La Salle Unidad Santa Teresa; Aitor Lander De Icaza Astiz(aitordeicaza@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias Universidad Nacional Autónoma de México; Gilberto Gómez Correa(gil.gomez.correa@gmail.com), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

En el presente trabajo, como una alternativa a la evaluación tradicional [1], se propone una metodología de exámenes personalizados que pretenden situar al estudiante en la Zona de Desarrollo Próximo (ZDP) [2], para aprovechar la sociabilización del aprendizaje y ubicar al profesor en el rol de un mediador del aprendizaje que promueva de forma activa el pensamiento científico entre sus estudiantes. Una evaluación de examen personalizado en la ZDP, es una expresión de la dialéctica que existe entre el aprendizaje individual de Piaget (su "aprender haciendo") y el aprendizaje social de Vygotski (su "zona de desarrollo próximo") [2]. Los reactivos conceptuales de este tipo de evaluación están conformados por el análisis de situaciones experimentales reales tomados de diferentes recursos digitales [3]. Por otra parte, los reactivos procedimentales, son problemas de física cuidadosamente elegidos mediante un análisis de TADIR [4], pero con una variación de parámetro (dato personalizado) como frecuentemente ha utilizado el Dr. Menchaca en sus cursos universitarios impartidos en la Facultad de Ciencias (UNAM). Estos exámenes personalizados en la ZDP han sido aplicados en un formato digital, utilizando Microsoft Forms y Google Forms, que permiten al docente una captura ágil de calificaciones. En consecuencia el profesorado puede mediar entre los estudiantes, retroalimentar y guiar la construcción del conocimiento durante la realización de estas evaluaciones. Esta característica permitió aplicar la mencionada metodología con los 304 alumnos inscritos a las asignaturas de Física III y Física IV en la escuela preparatoria de la Universidad La Salle Unidad Santa Teresa, durante el ciclo escolar 2019-2020. Se obtuvo un resultado alentador: 68% logran un nivel de aprobación con un nivel de excelencia (calificación superior o igual a 9.0) al cierre del periodo. Además, al incorporar el uso de recursos digitales, esta metodología facilitó la transición de los alumnos al trabajo a distancia, lo cual permitió atender las necesidades de la actual contingencia causada por el COVID-19.

[1] Torres, M. (2010). La enseñanza tradicional de las ciencias versus las nuevas tendencias educativas. Revista Electrónic@ Educare. Vol. XIV, No. 1, pp. 131-142.

[2] Eggen, P. y Kauchak, D. (2009). Estrategias Docentes. Enseñanza de contenidos curriculares y desarrollo de habilidades de pensamiento. 3ª ed. México: Fondo de Cultura Económica.

[3] Martínez, C. (2020). Canal Cuauhtli Martinez. YouTube. [en línea] Consultado el 9 de junio del 2020. Disponible en: https://www.youtube.com/user/MrCondumex/featured?view_as=subscriber

[4] Barojas, J. y Pérez, R. (2001). Physics and Creativity: Problem Solving and Learning Contexts. Industry and Higher Education, Vol. 15, No.6, pp. 431-439.

M2097 **Análisis de la efusión y sus diferencias con la difusión en un cilindro.**

*María Del Rocío Camacho Morales(rocio.camacho@anu.edu.au), Nonlinear Physics Centre, Research School of Physics and Engineering, Australian National University; Marco Antonio Xochipa Rodríguez* (marcoxr@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

Se analiza la dispersión en un cilindro que contiene un gas cuando tiene condiciones de efusión y de difusión respectivamente definiendo esas condiciones con base a la Ley de Graham y la Ley de Fick, respectivamente. En el caso de la efusión, se define la distribución de velocidades f(v) que atraviesa un número de partículas N por un orificio y se revisa como se distribuye a lo largo del cilindro; por otro lado la difusión, además de considerar el número de partículas N, se cambia la concentración

del flujo de masa sin considerar el orificio para definir la distribución a lo largo del cilindro. Una vez con ambos resultados se comparan y definen las propiedades en común como las diferencias en ambos fenómenos. Esto ayuda a evaluar la eficiencia de la efusión y la difusión como fenómenos de dispersión.

M1891 **SOBRE LA UNIVERSALIDAD DEL TEOREMA DE CARNOT** *Carlos Germán Pavía Y Miller* (cgpm@azc.uam.mx), Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco; Escuela Superior de Física y Matematicas-IPN; Victor David Granados García(granados@esfm.ipn.mx), ESCUELA SUPERIOR DE FÍSICA y MATEMÁTICAS, INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL; Roberto Daniel Mota Esteves(rdmotae@yahoo.com.mx), Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Unidad Culhuacán, Instituto Politécnico Nacional; *Expositor.*
El teorema de Carnot establece que el rendimiento depende solo de las temperaturas entre las que trabaja una maquina térmica y no de la substancia de trabajo. Calculamos el rendimiento con un gas ideal, radiación térmica, solido paramagnético de Curie y con el método de Gibbs en el plano TS. Obteniendo la misma expresión del rendimiento de Carnot. Concluimos que con el ciclo de Carnot en el plano TS se prueba la universalidad de Carnot y esto implica que el jacobiano de las variables S, T y P, V es uno.

M1890 **INCONSISTENCIA ONDULATORIA DE LA ECUACION DE SCHRÖNDINGER** *Victor David Granados García* (granados@esfm.ipn.mx), ESCUELA SUPERIOR DE FÍSICA y MATEMÁTICAS, INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL; Carlos Germán Pavía Y Miller(pavia@esfm.ipn.mx), ESCUELA SUPERIOR DE FÍSICA y MATEMÁTICAS- IPN, UAMA; Roberto Daniel Mota Esteves(rdmotae@yahoo.com.mx), Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Unidad Culhuacán, Instituto Politécnico Nacional; *Expositor.*
Schrödinger dedujo su ecuación cuántica basándose en un principio variacional de la ecuación de Hamilton-Jacobi, sin usar las ecuaciones de dualidad onda-partícula de de Broglie. Schrödinger intento sin éxito obtener las relaciones de de Broglie con la teoría óptica de Hamilton y la ecuación eikonal, como se reporta en la literatura. Pero esto es solo una construcción heurística inconsistente la eikonal se aplica a la luz. Concluimos que al no basarse en la dualidad la deducción de la ecuación de Schrödinger, ni derivarse la dualidad de esta, la ecuación de Schrödinger no es ondulatoria.

M2848 **Reivindicando el Concepto de Vector en la Educación Media Superior** *Luis Alberto Peralta Martinez* (luis.peralta.6e3@soycecytem.mx), Universidad Interamericana para el Desarrollo; *Expositor.*
En los diferentes subsistemas de la Educación Media Superior en México se tienen diferentes programas según la modalidad en la que se estudie y grandes diferencias están en los programas de estudio de la asignatura de Física. Hay Bachilleratos Tecnológicos que se enfocan en la aplicación de los conceptos de la Física, como por ejemplo: ondas mecánicas, óptica, electromagnetismo, termología y fluidos centrándose en conceptos centrales como la Energía y la Materia; y hay sistemas de Bachillerato General y Preparatorias que se enfocan en un currículum más tradicional al enseñar conceptos que partes de las Unidades de Medida, la Mecánica Clásica, Termología, Óptica, Electricidad y Magnetismo e incluso Física Moderna, es en este tipo de subsistema donde sí aparece el tema de vectores en su nivel más elemental.
Este trabajo presenta la propuesta de reivindicar el concepto de Vector en los demás subsistemas de la Educación Media Superior, poniendo énfasis en las cuatro representaciones que pueden tener los vectores (gráfica, por componentes, polar y de vectores unitarios) y asociándolos a su respectiva magnitud física con las cuales se podrán realizar operaciones matemáticas básicas (+, x) en cada una de las ramas de la Física en que las cantidades vectoriales están presentes. Esto permite al estudiante dejar de buscar memorizar ecuaciones escalares, para centrarse en el significado físico de la acción o efecto que pueden tener los vectores al momento de analizar un problema, incluso dando un esbozo o resultado aproximado sin tener que realizar un cálculo, lo cual ayuda a minimizar el paradigma de que la asignatura de Física es difícil, cuando la mayoría de las veces lo que se les dificulta a los estudiantes es el álgebra.
Independientemente del tipo de bachillerato en el que se encuentren los estudiantes, la concepción y utilización de los vectores les permite asociar fenómenos de su vida cotidiana para aplicar correctamente el sentido físico de una cantidad, pero también apoya a que los estudiantes que busquen ingresar a una Ingeniería o a la Licenciatura en Física posean las bases para afrontar con mayor éxito los cursos de los primeros semestres en la Educación Superior, porque ante esta perspectiva de enseñanza lo que se está haciendo es ocupar las propiedades de los espacios vectoriales, donde el estudiante adquiere de manera un poco informal, la basta y extensa aplicación de los vectores en cualquier programa de estudio.

M1889 **DINÁMICA CUÁNTICA DE HEISENBERG EN EL ESPACIO FASE** *Victor David Granados García* (granados@esfm.ipn.mx), ESCUELA SUPERIOR DE FÍSICA y MATEMÁTICAS, INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL; Carlos Germán Pavía Y Miller(pavia@esfm.ipn.mx), ESCUELA SUPERIOR DE FÍSICA y MATEMÁTICAS-IPN, UAMA; Roberto Daniel Mota Esteves(rdmotae@yahoo.com.mx), Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Unidad Culhuacán, Instituto Politécnico Nacional; *Expositor.*

Con la representación de Heisenberg de la mecánica cuántica tratamos la dinámica de sistemas simples en una dimensión, como partícula en un campo uniforme, oscilador harmónico, partícula libre y una partícula cargada en un campo magnético uniforme. Resolvemos las ecuaciones dinámicas análogas a las de Hamilton para obtener los operadores x(t) y p(t). Concluimos que las relaciones de conmutación de estos operadores se conservan y que la mecánica cuántica no puede describir trayectorias descritas por operadores.

M1887 **DISPERSIONES CUÁNTICAS TEMPORALES DE VARIANZAS DE POSICIÓN Y MOMENTO**

*Victor David Granados García* (granados@esfm.ipn.mx), ESCUELA SUPERIOR DE FÍSICA y MATEMÁTICAS, INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL; Carlos Germán Pavía Y Miller(cgpm@azc.uam.mx), Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco; Escuela Superior de Física y Matematicas-IPN; Roberto Daniel Mota Esteves(rdmotae@yahoo.com.mx), Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Unidad Culhuacán, Instituto Politécnico Nacional; *Expositor.*

Para sistemas cuánticos de partícula libre, partícula en un campo uniforme y oscilador harmónico, usamos el método de Mello-Moshinsky de una transformación lineal homogénea para calcular $x(t)$ y $p(t)$ en función de $x_o$, $p_o$ y de los seis parámetros de transformación. Calculamos las varianzas con estados coherentes determinamos las varianzas $(x)t2$ y $(p)t2$. Concluimos que la correlación de los operadores $x$ y $p$ se anulan y que se satisface la relación $(x)t(p)t = (x)o(p)o$.

M2596 **Ecuación de movimiento y solución numérica del anillo de Thomson considerando la temperatura.** *Jorge Dettle Meza Domínguez* (jdrinegan@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*

El anillo de Thomson siendo un ejemplo de levitación magnética, es interesante la relación del movimiento con la temperatura del anillo, debido a que la resistencia del material del que se compone el anillo, es función de la temperatura. Considerando que el anillo tiene volumen y está a una temperatura diferente a la del ambiente, se obtuvo una ecuación de movimiento para el anillo, cuya solución se puede obtener mediante métodos numéricos, esta solución nos ilustra sobre la relación de la resistencia de un material con la temperatura del mismo, lo cual nos habla sobre la importancia de encontrar super conductores a temperatura ambiente.

M2426 **Simulación, diseño e impresión 3D como herramientas didácticas para la enseñanza del concepto de Torca en física.** *Jair Vega Méndez* (jair.vega@alumno.buap.mx), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Edna Gabriela Gochicoa Fuentes(edna.gochicoa@alumno.buap.mx), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Melissa Ledesma Olmos(melissa.ledesma@alumno.buap.mx), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Angel Octavio Parada Flores(angel.parada@alumno.buap.mx), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Ricardo Agustín Serrano(ricardo.agustin@correo.buap.mx), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*

El presente trabajo trata sobre el desarrollo de material didáctico basado a partir de la simulación computacional, modelado 3D e impresión 3D como herramientas didácticas auxiliares para la enseñanza de conceptos fundamentales en Física. En particular el presente trabajo se enfoca en el concepto de torca. En física clásica, este concepto es fundamental para describir y explicar la dinámica rotacional de cuerpos rígidos. En la dinámica de la rotación cuando una fuerza se aplica en cierto punto a un cuerpo rígido que puede girar libremente alrededor de un eje determinado, el movimiento resultante depende del punto donde se aplique la fuerza, así como de la distribución de masa del cuerpo. La cantidad en la dinámica de la rotación que toma en cuenta tanto la magnitud como el lugar de aplicación de la fuerza y su dirección se llama torca. En la definición anterior de torca, está implícita una cantidad inercial que involucra la distribución de masa de un cuerpo, llamada inercia de la rotación o momento de inercia. Se presenta material de apoyo y su uso en grupos de los primeros semestres de la licenciatura en Física, con el objetivo de identificar situaciones que den sentido a un concepto, al tiempo de investigar los invariantes operatorios usados por los estudiantes que les permiten comprender y explicar las representaciones simbólicas que ayudan a la conceptualización y asimilación de los significados del concepto.

Palabras clave: torca, momento de inercia, impresión 3D

Referencias

Halliday, Resnick, FUNDAMENTALS OF PHYSICS. 10 edition, John Wiley and Sons, Inc. 2014 R. A. Serway, C. Vuille. Fundamentos de Física. 9na edición, Cengage Learning Editores, S.A. de C.V. 2012

M1841 **Congelar o no congelar, la cuestión es sobreenfriar** *Isamar A. Zarco Delgado* (zamisaday@gmail.coom), Universidad Autónoma Metropolitana; Hilda Noemi Núñez Yépez(nyhn@xanum.uam.mx), Universidad Autónoma Metropolitana; Alvaro Lorenzo Salas Brito(asb@correo.azc.uam.mx), Universidad Autónoma Metropolitana; *Expositor.*

Discurrimos sobre una técnica para obtener agua sobreenfriada. Ésta puede realizarse facilmente en un laboratorio elemental de fisica. El método fue descubierto mientras se intentaba demostrar el efecto Mpemba usando

agua de la llave. La obtención de una substancia, en apariencia aceitosa, cuando logramos bajar la temperatura del agua por debajo de los 0 o C nos reveló que obtuvimos, no hielo que es lo que pretendíamos encontrar, sino la estructura amorfa que muestra el agua enfriada por debajo de su punto normal de congelación. El agua sobreenfriada es un material que no posee la estructura cristalina del sólido (hielo) sino la de un líquido, como la del agua con la que iniciamos el experimento. Corresponde a un estado metaestable en que se previene la solidificación hasta que cualquier perturbación la provoca súbitamente. Los líquidos sobreenfriados muestran una variada fenomenología que dista de estar completamente entendida.

M1985 **Simulación molecular** *Lucía Sofía Flores Hidalgo* (sofiaflh27@hotmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Ricardo Agustín Serrano(ricardoagustin_s@hotmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*
El presente trabajo es parte de un proyecto de construir una plataforma con distintos experimentos virtuales, ya que surgió como una necesidad en esta contingencia que vivimos de tener material auxiliar que apoyará la enseñanza no presencial. El lenguaje de programación que se utilizó es Python, en su ambiente visual vpython, con lo que se busca simular el comportamiento de un gas, con condiciones específicas. Además de conocer sus posibles usos y aplicaciones, adquiriendo información adicional de las características del gas, como: energía, rapidez promedio, variando parámetros como temperatura, número de moléculas; las cuáles y según las aplicaciones que se quieran emplear para dicho gas resultan de un mayor aprovechamiento. Obteniendo de esta forma un simulador de experimentos, para que de este modo se tenga un conocimiento más completo de los experimentos y aplicaciones que van relacionados a dichas clases lo que, a su vez, conlleva un mayor entendimiento de los temas, fenómenos y materias. Cabe mencionar que, al manejar un lenguaje de programación como Python, no solo se podrán recrear experimentos relacionados al área molecular, sino a muchas más ramas de la física.

M2812 **Equilibrio entre lo lúdico y lo formal en la labor docente de ciencias** *Alexander Joan Cristo Juárez Domínguez* (alexjcjd@gmail.com), Bachillerato "Instituto Tecnológico de Cholula"; *Expositor.*
Asignaturas como matemáticas y física (en general las ciencias) son vistas socialmente como temas complejos, siendo común, que la respuesta a la pregunta hecha a preuniversitarios sobre lo que estudiarán, sea, "algo que no tenga que ver con matemáticas". Al considerar difícil el estudio de estas disciplinas, se pide a los docentes que las clases sean atractivas, dinámicas y lúdicas, ciertamente los docentes se ven en la tarea de buscar estrategias para ello; ahora con la pandemia, la enseñanza paso a una modalidad a distancia o en línea donde el uso de aplicaciones permiten tener un clase organizada, dinámica, interactiva y llamativa a los estudiantes, sin embargo, también es cierto que puede fácilmente dejarse de lado el trabajo creativo de los alumnos al tomar notas, realizar una investigación y en el caso de las ciencias naturales, si bien es importante buscar que las ciencias sean atractivas a los jóvenes, con dichas actividades, se deja a segundos planos el desarrollo de habilidades como la abstracción y la curiosidad, habilidades esenciales en la labor de un científico. En este trabajo proponemos un equilibrio en la labor docente en la búsqueda de una clase lúdica, mas no relaja en lo conceptual para un aprendizaje pleno de las ciencias en los estudiantes preuniversitarios.

M2428 **¿Qué relación existe entre la Física, las ecuaciones diferenciales y la microbiología de alimentos?** *Erika Ofelia Hernández Acosta(ehernandez@utzac.edu.mx), Universidad Tecnológica del Estado de Zacatecas; Juan Carlos Reyes Villagrana(jreyes@utzac.edu.mx), Universidad Tecnológica del Estado de Zacatecas; Raúl Alberto Reyes Villagrana* (rareyesvi@conacyt.mx), CONACYT - Universidad Autónoma de Chihuahua; *Expositor.*
Las ecuaciones diferenciales son una herramienta matemática para describir cuantitativamente un fenómeno que se desea explicar cualitativamente en Física. Está herramienta comúnmente se revisa y estudia entre el tercer o cuarto ciclo de las áreas físico-matemático y las ingenierías. No obstante, existen otras áreas las cuales carecen de suerte para explorar a las ecuaciones diferenciales y se direccionan con realizar estudios estadísticos, los cuales son importantes también. Como es el caso del área de microbiología en alimentos, donde han utilizado expresiones empíricas durante largo tiempo, y lo han mantenido así. Sin embargo, para describir la fenomenología de un suceso natural, es necesario observar el fenómeno varias veces para poder describir las condiciones del suceso y posteriormente plasmar una expresión que represente la evolución bajo condiciones ideales. Posteriormente, se fijan las condiciones para conducir la exploración a un punto más realista y así poder predecir, comprender y explicar el fenómeno natural. En este trabajo se presenta la interacción que existe entre la física y la microbiología de alimentos, el cual sirve para describir fenómenos en términos de micro y macroestados. Así como la aplicación de las ecuaciones diferenciales como herramienta para modelar los sistemas. Se describe la cinética de crecimiento de la bacteria E. coli, aplicando ecuaciones diferenciales. Los resultados muestran el comportamiento de la bacteria dependiente del tiempo, aplicando una metodología sencilla para la comprensión de personas ajenas a las áreas de física-matemática. Es muy importante hoy en días colaborar bajo grupos multidisciplinarios para el progreso de la ciencia y la formación de recursos humanos, así como el servicio a la sociedad comunidad.

M2417 **Entendiendo el concepto de Campo en física con ayuda de simulación, diseño e impresión 3D** *Melissa Ledesma Olmos* (melissa.ledesma@alumno.buap.mx), Benemerita Universidad Autonóma de Puebla; Angel Octavio Parada Flores(angel.parada@alumno.buap.mx), Benemerita Universidad Autonóma de Puebla; Jair Vega Méndez(jair.vega@alumno.buap.mx), Benemerita Universidad Autonóma de Puebla; Edna Gabriela Gochicoa Fuentes(edna.gochicoa@alumno.buap.mx), Benemerita Universidad Autonóma de Puebla; Ricardo Agustín Serrano(ricardo.agustin@correo.buap.mx), Benemerita Universidad Autonóma de Puebla; *Expositor.*

En el presente trabajo se propone el desarrollo de material didáctico basado a partir de la simulación computacional, modelado 3D e impresión 3D como herramientas didácticas auxiliares para la enseñanza de conceptos fundamentales en Física. En particular el presente trabajo se enfoca en el concepto de campo. En física clásica, este concepto es fundamental para describir y explicar fenómenos electromagnéticos, gravitacionales y de transporte, y en la física contemporánea en las teorías de partículas elementales que buscan la elaboración de modelos que expliquen y unifiquen las fuerzas básicas de la naturaleza. El concepto de campo a evolucionado desde que lo propuso Faraday alrededor de 1845. Formalmente se define un campo $\varphi$ como una función o un conjunto de funciones que describen alguna cantidad en todos los puntos de alguna región del espacio. Si hablamos de campos físicos estaremos dando la descripción de alguna magnitud física en alguna región dada del espacio-tiempo. De la definición anterior, se observa que se involucran otros conceptos como función, magnitud física, espacio, espacio-tiempo. Se presenta la propuesta del material de apoyo y como emplearlo en grupos de los primeros semestres de la licenciatura en Física, con el objetivo de identificar situaciones que den sentido a un concepto, para luego investigar los invariantes operatorios usados por los estudiantes que les permiten comprender y explicar las representaciones simbólicas que ayudan a la conceptualización y asimilación de los significados del concepto.

M2413 **La Física el Servicio de los Alimentos** *Erika Ofelia Hernández Acosta(ehernandez@utzac.edu.mx), Universidad Tecnológica del Estado de Zacatecas; Juan Carlos Reyes Villagrana(jreyes@utzac.edu.mx), Universidad Tecnológica del Estado de Zacatecas; Raúl Alberto Reyes Villagrana* (rareyesvi@conacyt.mx), CONACYT - Universidad Autónoma de Chihuahua; *Expositor.*

Hace aproximadamente dos millones de años, en la época del Homo Erectus se originaban dos grandes saltos en el área de alimentos. Primero la generación del fuego, por medio de la caída de un rayo, el cual origino un incendio. Segundo, el consumo de la carne. Posterior a esos eventos, la extracción de alimentos se transformo. En nuestros días existen un gran conjunto de técnicas y metodologías para el procesamiento, tratamiento y conservación de los alimentos. Esto no sería gracias a un grupo multidisciplinario de ingenierías, las cuales todas se centran en una sola piedra angular, la Física. En este trabajo se presenta un desglose y descripción de las aportaciones que ha realizado la ciencia física en el área de los alimentos. Como lo es la composición y distribución de agua en los alimentos, por medio de la mecánica de fluidos. La geometría y dimensión por medio de la metrología, cuyo objetivo es conocer las propiedades como áreas, densidades, capacidades, etc. Las mediciones reológicas como esfuerzos, deformaciones, modulo de Young, dadas las propiedades mecánicas. Las mediciones de temperatura, capacidades caloríficas, transferencia de calor por medio de las propiedades térmicas. Así también como la instrumentación para determinar o estimular las propiedades eléctricas, acústicas, ópticas, magnéticas, electromagnéticas, ionizantes, etc. Se demuestra que la física juega un papel central para la evolución y desarrollo de cualquier área para el beneficio de los seres humanos.

M2380 **Estudio didáctico de la resonancia en cavidades abiertas: Modelo con frontera Neumann-Robin versus datos experimentales** *Sonia María Pérez Portillo* (perezportillos@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias Universidad Nacional Autónoma de México; Julio Alfonso Pérez Flores(julio_perez@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias Universidad Nacional Autónoma de México; Mauricio García Vergara(mau.gar.ver@gmail.com), Facultad de Ciencias Universidad Nacional Autónoma de México; Miguel Cuauhtli Martínez Guerrero(cuauhtli.86@hotmail.com), Preparatoria de la Universidad La Salle Unidad Santa Teresa; *Expositor.*

En este proyecto, se propone un experimento para el análisis del efecto de resonancia en cavidades abiertas. El estudio de resonancia en cavidades abiertas, es algo que si bien tiene como paradigma a los instrumentos musicales, tiene repercusiones mucho más amplias, por ejemplo el estudio de modos de fuga para cavidades ópticas [1]. Esto se realizó partiendo de un montaje experimental que permite estudiar la variación de la respuesta del sistema al cambiar el tamaño de la cavidad, manteniendo una misma excitación (tono puro). Este mismo procedimiento, se repitió para las notas Do (261.67 Hz), Re (293.7 Hz) y Fa (349.37 Hz). Tradicionalmente la enseñanza de un tema como la resonancia tiene un enfoque teórico, carente de actividades experimentales y se limita a la presentación de ejemplos pensados o en video [2]. Se tiene entonces la necesidad de un enfoque que aborde la temática de resonancia pero desde un perspectiva donde los alumnos utilicen datos reales obtenidos mediante la construcción de prototipos de su propia invención, con la finalidad de lograr un entendimiento más profundo y completo de esta importante temática. El montaje experimental consta de una fuente de sonido que emite sobre la

parte superior de un tubo plástico. Posteriormente, la columna de aire dentro del tubo cambia su altura, al sumergir el tubo en agua. Las diferencias entre el pulso entrante (nota pura) y la señal registrada por un micrófono, permiten una primera caracterización del sistema. El análisis de resonancia en cavidades abiertas es un tema de investigación actual [1], por lo anterior se optó por establecer una analogía entre el sistema construido y la solución analítica de una cavidad semi-cerrada (con condición de Robin). Esta analogía permite que los alumnos discutan las limitación y diferencias del modelo para representar los resultados experimentales.

[1] P. Lalanne, W. Yan, K. Vynck, C. Sauvan, and J.-P. Hugonin, Light interaction with photonic and plasmonic resonances. (arXiv preprint arXiv:1705.02433) [retrieved 27 Jun 2017], https://arxiv.org/pdf/1705.02433.pdf [2] Resnick, Robert Halliday, David (2004). Física 4a. CECSA, México.

M2781 **Uso de las TIC: El Experimento de Young con Teléfonos Celulares.** *Guillermo Alberto Govea Anaya* (govea2786@ciencias.unam.mx), Escuela Tomás Alva Edison; Alicia Zarzosa Pérez(alicia.zarzosa@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, UNAM; Kyra Cecilia Jacobo Luna(11a2329@tae.edu.mx), Escuela Tomás Alva Edison; Juan Pablo Estañol Solís(11a2293@tae.edu.mx), Escuela Tomás Alva Edison; Carlos Gabriel Estañol Solís(11a2194@tae.edu.mx), Escuela Tomás Alva Edison; Andrés Piña Félix(12a2034@tae.edu.mx), Escuela Tomás Alva Edison; *Expositor.*

Muchas asignaturas teórico-prácticas de Física general tanto a nivel preparatoria como a nivel licenciatura e incluso posgrado tienen contemplado el estudio de las ondas electromagnéticas y sus aplicaciones. La difracción es un fenómeno que se produce debido a la interacción entre una onda y algún obstáculo que se interpone en su camino. Un experimento notable sobre este fenómeno es el experimento de la doble rendija de Young en el cual, un haz de luz se difracta luego de atravesar dos rendijas y finalmente genera un patrón de interferencia con franjas de alta y baja intensidad luminosa alternadas y separadas por una distancia que depende tanto de la longitud de onda del haz incidente como de la separación de las rendijas. Si bien este experimento denota el comportamiento ondulatorio de las ondas electromagnéticas, también es cierto que no es exclusivo de estas. Así pues, la intención de este trabajo es diseñar una actividad en la cual los estudiantes utilicen dispositivos móviles y la tecnología de su bolsillo para poder replicar y hacer mediciones con el experimento de Young utilizando sonido. Se desarrolló una práctica de laboratorio en la cual se utilizó un teléfono celular como generador de señales, para emitir ondas sinusoidales con diferentes longitudes de onda que se hicieron incidir sobre un par de rendijas distanciadas por distintas longitudes para en consecuencia generar un patrón de interferencia cuyas franjas fueron detectadas también con un teléfono celular. Se registró la distancia entre las franjas y se verificó la relación que ésta guarda con respecto a la longitud de onda y la distancia entre las rendijas. La práctica va enfocada a alumnos de la Facultad de ciencias que estudien la materia de Física de la licenciatura de Biología así como alumnos de física que estudien la materia de Fenómenos Colectivos en la Facultad de Ciencias de la UNAM.

M2339 **Análisis del proceso enseñanza -aprendizaje de la Fisica experimental a través de medios digitales** *Valente Vázquez Velázquez* (valente@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Fernando Angeles Uribe(angel@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México; Donají Xochitl Cruz López(xochitl.cruz@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

Las circunstancias que atraviesa el mundo actualmente debido a la pandemia causada por el virus SARS-CoV-2, han hecho que se tenga que modificar, a último momento, la forma de enseñar la física por la falta de actividades presenciales, tanto en materias teóricas como en prácticas. Las asignaturas prácticas son fundamentales para la formación profesional del físico, sus objetivos van más allá de enseñar a medir, también se enseñan y refuerzan las habilidades de observación, análisis dimensional, físico y estadístico; se va reforzando la experiencia necesaria para resolver preguntas y problemas utilizando diferentes tipos de materiales y/o recursos. En estos meses de clases virtuales observamos e implementamos diversas estrategias en línea, por ejemplo: ofrecer a los alumnos una amplia gama de herramientas en línea con las cuales pudieron trabajar desde casa la parte de análisis físico y estadístico como son las simulaciones y las bases de datos. Realizar experimentos caseros con materiales sencillos, cubriendo así el objetivo de reforzar la habilidad de observación, diseño y resolución de problemas.

Sin duda, una comunicación correcta, el compromiso de los alumnos y profesores y las posibilidades de ambos al acceso a la tecnología necesaria para llevar a cabo y de manera correcta los cursos en línea son un gran factor para el proceso enseñanza – aprendizaje, tomando siempre en cuenta las habilidades particulares de cada uno de los estudiantes.

En este trabajo se hace un análisis profundo de las ventajas y desventajas de la enseñanza de la física experimental a través de medios digitales, así mismo se presenta un compendio de tecnologías de la información y recursos en línea para conversaciones, videollamadas, pizarras electrónicas, entre algunas de las diferentes herramientas para la impartición de las asignaturas experimentales.

Agradecemos al Departamento de Física y al Taller de Control y Electrónica de la Facultad de Ciencias, UNAM, por el apoyo facilitado para la realización y exposición del presente trabajo.

M2336 **BURBUJAS DE CIENCIA: UN TALLER PARA LA ENSEÑANZA DE FÍSICA EN NIÑOS DE NIVEL PRIMARIA** *Abdiel Ramirez Reyes* (abdiel.ramirez@uacj.mx), UNIVERSIDAD AUTONOMA DE CIUDAD JUAREZ; Ramon Noel Molina Gonzalez(al147772@alumnos.uacj.mx), UNIVERSIDAD AUTONOMA DE CIUDAD JUAREZ; Flor Marlenne Rivera Franco(al147763@alumnos.uacj.mx), UNIVERSIDAD AUTONOMA DE CIUDAD JUAREZ; Diego Moises Almazo Perez(diego.almazo@uacj.mx), UNIVERSIDAD AUTONOMA DE CIUDAD JUAREZ; Hector Alejandro Trejo Mandujano(htrejo@uacj.mx), UNIVERSIDAD AUTONOMA DE CIUDAD JUAREZ; *Expositor.*

La oportuna y correcta enseñanza de las ciencias a edades tempranas motiva la apreciación y la vocación por disciplinas científicas y tecnológicas en los niños. En este trabajo se detalla el desarrollo y ejecución de un taller llamado "Burbujas de Ciencia" orientado para niños de nivel primaria, y que tiene la finalidad de enseñar conceptos y fenómenos físicos de una manera sencilla pero fundamentada a través de una serie de experimentos y actividades en torno a pompas de jabón. La propuesta de este taller aprovecha la belleza de las pompas de jabón, los fenómenos y conceptos físicos que conllevan, pero también su fácil elaboración y asequible costo, resultando en un taller que puede ejecutarse de manera masiva. El taller "Burbujas de Ciencia" consta de varias actividades y experimentos diseñados por los autores, o bien, son adaptaciones de resultados de otros artículos científicos de prestigiosas revistas internacionales de física. Se abordan principalmente los temas de luz visible e iridiscencia, principio de mínima acción, gases y líquidos, tensión superficial, la química de la solución para la elaboración de pompas de jabón y la geometría de diversas superficies. Todos los conceptos y experimentos son explicados acorde al nivel primaria, basados en metodologías ya conocidas y validadas en la divulgación de la ciencia, sustentados adecuadamente y sobre todo mostrados en forma interactiva. La efectividad del taller se validó de forma cualitativa mediante su aplicación en varios grupos de nivel primaria de zonas vulnerables de Ciudad Juárez, Chihuahua. Se concluye que el taller "Burbujas de ciencia" es un medio eficaz para enseñar variados temas de física y motivar vocaciones científicas en niños, siendo un material de mucho interés en la enseñanza de nivel primaria, con amplio interés para profesores de ciencias naturales.

M2373 **Tres tacos de canasta o la constante de Planck** *Daniel Rodríguez Almanza* (danroal@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias Universidad Nacional Autónoma de México; Pablo Girzikovsky Paredes(girzikovsky@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias Universidad Nacional Autónoma de México; Eduardo Alfonso Reyes López(eduardoreyes@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias Universidad Nacional Autónoma de México; Sonia María Pérez Portillo(perezportillos@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias Universidad Nacional Autónoma de México; Miguel Cuauhtli Martínez Guerrero(cuauhtli.86@hotmail.com), Preparatoria de la Universidad La Salle Unidad Santa Teresa; *Expositor.*

La mecánica cuántica desde su construcción ha sido comúnmente concebida como la cúspide de la física moderna, extremadamente abstracta, complicada y absolutamente inalcanzable para quien no tenga un gran equipo de investigación o mucho dinero detrás [1]. Sin embargo, en este proyecto experimental se propone el cálculo de la constante de Planck, uno de los valores más importantes de la mecánica cuántica [2], con un muy bajo presupuesto de 20 (equivalente a tres "tacos de canasta") y una exactitud del 99.93% con respecto al valor reportado en la literatura [3]. La relevancia de este proyecto radica no sólo en determinar la constante de Planck con las características antes mencionadas, sino en hacer asequibles los resultados experimentales de la física cuántica para un sector mucho más ancho de la población, teniendo al estudiante que inician su formación en ciencias como principal enfoque. En congruencia, el presente proyecto fue realizado por alumnos inscritos en la licenciatura de física de la Facultad de Ciencias (UNAM) durante su primer semestre, con la asesoría del maestro C. Martínez. [1] Landsman, (2006). Studies in History and Philosophy of Science Part B: Studies in History and Philosophy of Modern Physics, Art. When Two Champions Meet: Rethinking The Einstein-Bohr Debate. [2] Martínez, M.C. (2016). Enseñanza de los principios de la mecánica cuántica en la educación media superior, Anexo 5, 225-229. [3] Cohen-Tannoudji, C. y Bernard, F. (1977). Quantum mechanics (3 ed). Volumen 1. E.U.A.: Wiley.

M2318 **Introducción al análisis espectral mediante la construcción de un espectroscopio casero** *Andrea Margarita Márquez Sánchez* (andreamssanchez@gmail.com), Universidad Autónoma de Nuevo León; Axel Fernando Vázquez Rodríguez(illusionlifeis@gmail.com), Universidad Autónoma de Nuevo León; Perla Marlene Viera González(marlene.viera.gzz@gmail.com), Universidad Autónoma de Nuevo León; *Expositor.*

El trabajo presenta un estudio introductorio del análisis espectral que pretende generar un interés en el público general sobre la óptica, por medio de un espectroscopio casero de fácil reproducción. Se realiza el análisis de diferentes fuentes luminosas, para comprender sus diferencias espectrales y familiarizar al usuario de dispositivo con los principios físicos involucrados en la espectroscopía, todo desde un enfoque didáctico. El trabajo incluye las limitantes que se presentan con el dispositivo casero, así como su desempeño y efectividad comparados con otros espectroscopios de calidad profesional.

M2287 **Modelado de los 13 solidos de Arquímedes usando un lenguaje de programación orientado a objetos** *Saúl Alejandro Sandoval Salazar* (ssandovalsalazar@gmail.com), Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Físico Matemáticas; Jimena Magdalena Jacobo Fernández(jimena.jacobofe@uanl.edu.mx), Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Físico Matemáticas; José Abraham Morales Vidales(elabraham98@gmail.com), Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Físico Matemáticas,; Alfredo Tlahuice Flores(tlahuicef@gmail.com), Universidad Autónoma de Nuevo León, CICFIM-Facultad de Ciencias Físico Matemáticas; *Expositor.*
El estudio computacional de estructuras con relevancia química es precedido por el modelado de las mismas de tal manera que ningún cálculo se puede llevar a cabo sin el conocimiento previo de cómo generar dicho arreglo atómico. El uso de un lenguaje orientado a objetos puede ser útil para generar las coordenadas cartesianas (un archivo con formato .xyz) y a la vez obtener una imagen renderizada. El modelado de estructuras químicas programadas tiene algunas ventajas con respecto a otras estrategias conocidas. La ventaja más importante de este método es que la generación de las coordenadas cartesianas puede ser realizada fácilmente haciendo uso software libre. Nuestro enfoque facilita la visión espacial de estructuras complejas y hace entendibles conceptos de química vistos en clases.

M2282 **Distribución de Boltzmann-Gibbs como modelo simple de un sistema económico** *Gonzalo Gálvez Coyt* (ggalvezcoyt@gmail.com), Unidad Profesional Interdisciplinaria de Biotecnología, IPN; Alejandro Muñoz Diosdado(amunozdiosdado@gmail.com), Unidad Profesional Interdisciplinaria de Biotecnología, IPN; *Expositor.*
la distribución de probabilidad de temperatura de un sistema formado por muchas partículas en equilibrio es descrita por la ley exponencial de Boltzmann-Gibbs. La distribución es caracterizada por una temperatura efectiva o promedio. Por otra parte, un sistema económico es considerado un sistema complejo debido a todos los tipos de interacciones que involucra, sin embargo, es posible realizar una aproximación a su comportamiento en algunos de sus aspectos más importantes. La aproximación más importante que es utilizada en este trabajo es considerar al sistema económico como un sistema cerrado donde el dinero se conserva. Así, por analogía, el dinero que tiene un agente económico es equivalente con la energía de una partícula, y es de esperar que se obtenga la ley exponencial de Boltzmann-Gibbs la temperatura promedio es igual a la cantidad promedio de dinero por agente económico. Las simulaciones computacionales se realizaron para diferentes condiciones de distribución inicial de dinero entre los agentes económicos y transacciones entre ellos. Los resultados muestran que efectivamente surge la distribución de Boltzmann-Gibbs, esto es, sin importar las condiciones iniciales propuestas al sistema. Por otra parte, una modificación al modelo permite considerar el caso en que se permite la deuda, nuevamente en este caso la ley de Boltzmann-Gibbs se cumple. La distribución instantánea del dinero entre los agentes de un sistema no debe confundirse con la distribución de la riqueza real, ya que esta última también incluye la riqueza material, que no se conserva, y por lo tanto puede tener una distribución diferente (por ejemplo una ley de potencia).

M2370 **Laboratorio de Investigación Didáctica en Energías Renovables (Proyecto LIDER)** *Miguel Cuauhtli Martínez Guerrero* (cuauhtli.86@hotmail.com), Preparatoria de la Universidad La Salle Unidad Santa Teresa; Gilberto Gómez Correa(gil.gomez.correa@gmail.com), Universidad Nacional Autónoma de México; Aitor Lander De Icaza Astiz(aitordeicaza@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias Universidad Nacional Autónoma de México; Nadia Ramírez Cruz(nramirez@ciencias.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*
El proyecto del Laboratorio de Investigación Didáctica en Energías Renovables (LIDER) se compone de 5 actividades (un estudio de caso y 4 prácticas de laboratorio) realizadas por grupos de estudiantes de las asignaturas de Física III y Física IV inscritos en la escuela preparatoria de la Universidad La Salle Unidad Santa Teresa. En cada práctica, los estudiantes construyen un dispositivo que aprovecha una fuente de energía renovable, aplican conceptos vinculados con la asignatura de física y, con sus datos experimentales, calculan la eficiencia de su dispositivo para discutir la viabilidad de este [1]. Uno de los equipos que trabajaron en el proyecto fue acreedor al primer lugar de la categoría junior para estudiantes de preparatoria de la edición 2019 del Concurso Lasallista de Investigación Desarrollo e innovación (CLIDI) [2]. En el caso de estudio, utilizando datos reales, se contrasta la aplicación de la tecnología fotovoltaica para disminuir el consumo de energía eléctrica en un inmueble de uso habitacional con tarifa DAC (Doméstica de Alto Consumo), con respecto a la aplicación de la tecnología termosolar en un hospital público para disminuir el consumo de gas LP. Se logra la estimación de que la instalación fotovoltaica en el inmueble habitacional tardaría 3.1 años en lograr un ahorro equivalente a la inversión inicial (amortización del proyecto) y contribuiría a evitar la emisión de 0.20 toneladas de $CO_2$ cada año [3], mientras el sistema termosolar lograría amortizar su costo en apenas 2.4 años y evitaría la emisión de 54.97 toneladas de $CO_2$ anuales. Una vez amortizado el proyecto, el hospital podría liberar 312,403.06 anuales de su presupuesto antes destinado al consumo de gas LP [3]. Este análisis permite a los estudiantes reflexionar sobre la aplicación de la energía solar mediante un sistema fotovoltaico para un proyecto de un particular

o uno termosolar con interés social, sobre todo en proyectos vinculados al rubro de la salud. Dada la actual contingencia generada por el COVID-19, la liberación de presupuesto de un hospital mediante la aplicación de un sistema de energía renovable (termosolar) se puede traducir en más equipo médico, más personal y mejores instalaciones. Así, aquí se presenta más de un año de trabajo y asesoría en el Laboratorio de Investigación Didáctica en Energías Renovables (LIDER).

Referencias

[1] Piñón, J. (2014). Energías Renovables La Única Solución. México: De La Salle Ediciones.

[2] Hernández J., et al. (2019). "SunTab by SolTech": pila de panel solar portátil. Memorias del Concurso Lasallista de Investigación, Desarrollo e Innovación. Año 2019, Vol. 6, No. 2.

[3] Martínez, M., et al. (2019). Sistema Fotovoltaico para tarifa DAC y Sistema Termosolar. Proyectos de Aplicación en Energías Renovables. Universidad La Salle México.

M1932 **Un algoritmo recursivo en paralelo usando la ecuación radial de onda** *Emily Andrea Franco Escudero* (eaf.escudero@gmail.com), Universidad Autónoma de Chiapas; Roberto Arceo Reyes(roberto.arceo@unach.mx), Universidad Autónoma de Chiapas; María Del Rosario Soler Zapata(msolerza@unach.mx), Universidad Autónoma de Chiapas; *Expositor.*

Se encuentra la solución radial de la ecuación de onda usando un sistema recursivo en paralelo. Se presentan los casos recursivos de dos términos homogéneos y no homogéneos. Este análisis de cómputo en paralelo se realizó usando el Laboratorio Regional de Cómputo de Alto Desempeño (LARCAD) haciendo uso del estándar de paso de mensajes MPI, logrando con ello presentar los conceptos fundamentales del cómputo en paralelo con un enfoque teórico – práctico.

M2813 **Importancia de la enseñanza de ciencias ante una contingencia** *Abril Conde Cuatzo(fan_maraca@hotmail.com), Bachillerato Instituto Tecnológico de Cholula; Jacqueline Morales Xique(aokisteve500@gmail.com), Bachillerato Instituto Tecnológico de Cholula; Alexander Joan Cristo Juárez Domínguez* (alexjcjd@gmail.com), Bachillerato "Instituto Tecnológico de Cholula"; *Expositor.*

La pandemia actual que vive el mundo producidas por la propagación del coronavirus SARS-CoV-2, ha llevado a grupos de investigación de áreas multidisciplinares a enfocar sus esfuerzos en entender todo lo referente al mismo. Sin embargo, no siempre la información adecuada fluye a tener una sociedad mejor enterada, por el contrario las notas falsas parecen llegar rápidamente sobre todo por medio de las llamadas redes sociales, esto nos permite mirar con más detenimiento la forma en como estamos llevando la enseñanza de las ciencias en Bachillerato o Preparatoria, donde en principio en los contenidos temáticos de los planes de estudio están incluidas las herramientas necesarias para hacer frente a la contingencia con mayor conocimiento. Los conocimientos básicos de biología, química, física y matemáticas incluidos, si bien no hacen expertos, si deberían contribuir a mitigar la proliferación de noticias falsas, donde desafortunadamente comunicadores, analistas de medios, periodistas, etc. han contribuido a la propagación de notas sin fundamento. En este trabajo haces énfasis en la importancia que tiene en una sociedad la enseñanza adecuada de las ciencias básicas que pueden ayudar a entender mejor la forma de manejar una contingencia. También desarrollamos un modelo matemático sencillo y didáctico con las matemáticas al alcance del bachiller o preparatoria que ayuda a entender mucho de los modelos matemáticos que distintos países han manejado para tomar acciones.

M2096 **Síntesis y caracterización de guías de onda con grenetina y barras de silicón para docencia experimental a distancia sobre RIT.** *Guillermo Alejandro Pérez Lobato* (guilleme@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias Universidad Nacional Autónoma de México; Gabriela Bautista Ruiz(gaby_b@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias Universidad Nacional Autónoma de México; Fernando Ignacio Calderón De León(calderon@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias Universidad Nacional Autónoma de México; Daniel Pérez Calixto(Daniel_Perez@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias Universidad Nacional Autónoma de México; Edna Magdalena Hernández González(ednah@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

Las guías de onda tienen aplicaciones biomédicas en diagnóstico y terapia de diversos padecimientos, además de aplicaciones en las telecomunicaciones. Debido a la pandemia de Covid 19, no se pudo realizar experimentos de guías de onda en los laboratorios de óptica ni de física contemporánea. Se busca enseñar el principio de reflexión interna total (RIT) experimentalmente. Buscando dar opciones para concluir los cursos experimentales a distancia que aborden problemas de relevancia actual, se utilizó una barra de silicon como guía de onda y se sintetizaron guías de onda con grenetina hidrolizada. Se midió el índice de refracción de ambos materiales por diferentes métodos usando un puntero láser midiendo $n \approx 1.5$ y $n = 1.67 \pm 0.07$ respectivamente usando un láser verde ($\lambda = 532$ nm). Se corroboró que la gelatina y el silicón guían la luz observando el patrón de intensidades que sale de la guía de onda al tomarle una fotografía después de que sale de la guía, y midiendo la intensidad de salida usando una aplicación y el sensor de un teléfono celular bajo ángulos grandes de 90° y hasta 180° en gelatina, y hasta 2 vueltas para el silicón. Se midió la atenuación como función de la longitud mediante el método de cut-back, y para el silicón se determinó la atenuación como función del radio de curvatura. Por los

resultados obtenidos, estos experimentos caseros dan una experiencia de trabajar con guías de onda a los estudiantes y comprender el principio de RIT, sin necesidad de material de laboratorio más que un puntero láser.

M2012 **Comparación de energía de Fermi en pozos cúbico y esférico** *Luis Gottdiener Gutmann(luisgrgt@hotmail.com), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Elí Jafet Velasquez Luna* (jafetvelasquez@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*
Se calcula de manera exacta la energía de Fermi de un número de fermiones, del orden de 100, que no interaccionan, para: a) una esfera impenetrable de radio arbitrario, b) cajas cúbicas de volumen similar al de la esfera, así como la degeneración promedio de los niveles de energía. Se comparan los resultados para ambos tipos de contenedor.

M2409 **Determinación del potencial y el campo magnético para imanes permanentes con diferentes geometrías.** *José Adrián Carbajal Domínguez(adriancarbajaldominguez@gmail.com), Universidad Juarez Autónoma de Tabasco; Lorena Del Carmen Ochoa López* (lorenadc.ochoa@gmail.com), Universidad Juarez Autónoma de Tabasco; *Expositor.*
Debido a las numerosas aplicaciones del campo magnético, es de gran interés encontrar métodos que permitan su generación controlada. Un método de controlar la manera en que el campo magnético se distribuye en una región determinada es modificando la geometría del imán. En el trabajo se presenta la simulación numérica del campo magnético de imanes con diferentes geometrías utilizando el lenguaje de programación Python. Con el fin de acelerar los cálculos computacionales, se considera que el campo $\vec{B}$ en el caso estático puede expresarse como el gradiente de una función de potencial escalar. El método permite el cálculo para geometrías arbitrarias sin necesidad de grandes recursos computacionales. Se estudian diversas geometrías, se muestran y se discuten los resultados.

M1916 **Estudio y obtención de la dimensión fractal de las series de datos temporales como el electroencefalograma.** *José Abel Juárez González* (abel1000000@hotmail.com), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Beatriz Bonilla Capilla(beatriz_bonillac@correo.buap.mx), Catedrática de CONACYT, Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*
La utilidad común de las series de tiempo (series de datos temporales) es desarrollar su análisis para predicción y pronóstico. El electroencefalograma es un examen funcional de la actividad bioeléctrica del sistema nervioso central que se basa en el registro (temporal) de la actividad bioeléctrica cerebral en condiciones de reposo o ayuno, en vigilia o sueño, y durante diversas activaciones (por ejemplo hiperpnea y estimulación luminosa discontinua). El tema de interés para el presente trabajo es el análisis fractal de las series de tiempo como el electroencefalograma, practicados en condiciones distintas a los pacientes. El objetivo principal de este trabajo es obtener la dimensión fractal de los electroencefalogramas que se obtuvieron de una base de datos, con el propósito de comparar y en consecuencia correlacionar la dimensión fractal con algún aspecto específico de los pacientes, en particular, con los ojos abiertos y con los ojos cerrados, y verificar si existen diferencias y así poder predecir las condiciones en las que se obtuvieron los electrocardiogramas a los pacientes.

M2705 **Simulación computacional del dispositivo cuántico de Mermin** *Rodrigo Arturo Rosas Burgos(rodrigo.rosas@correo.fisica.uson.mx), Universidad de Sonora; Manuel Roberto Portillo Vazquez* (manuel._rober@hotmail.com), Universidad de Sonora; *Expositor.*
El entrelazamiento cuántico es un fenómeno que no tiene una contraparte clásica, que abre la posibilidad de muchos tópicos interesantes respecto a este tema. En este trabajo se hace una descripción del dispositivo cuántico de Mermin, se explica su funcionamiento y se aprovecha para introducir el fenómeno del entrelazamiento cuántico. Para este estudio se hace uso de la notación de Dirac, lo cual permite trabajar el entrelazamiento cuántico y ofrecer otra forma de introducir este tema generalmente poco tratado en cursos de mecánica cuántica de nivel licenciatura.

M2184 **Diseño y construcción de un Microrrobot de Tracción de Control Remoto Básico.** *Gerardo Gabriel López Rocha* (gerzlr@ifisica.uaslp.mx), Instituto de Física de la Universidad Autonoma de San Luis Potosí; Manuel Mirabal García(manuel.mirabal@uaslp.mx), Instituto de Física de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí; *Expositor.*
Se presenta el diseño y construcción de un microrrobot de tracción de control remoto básico. En el diseño del circuito transmisor se emplea un microcontrolador PIC18F4550 que procesa las diferentes señales de movimiento (avance, retroceso, giro a la derecha y giro a la izquierda), seleccionadas a través de cuatro pulsadores, cuyas señales de control pasan al codificador serial HT-12E para ser trasmitidas por una señal electromagnética de radiofrecuencia por el TWS-434 de modulación ASK. Por otro lado, el circuito del microrrobot de tracción dispone de un receptor RWS-371 de alta sensibilidad que transfiere la información recibida, como un dato serial, al decodificador HT-12D, que lo transforma como un dato en paralelo hacia el microcontrolador PIC18F4550, en donde su programa de control gobierna el movimiento del sistema motriz (tipo triciclo), por medio de un par de moto-reductores a través de un manejador de motores L293, los cuales en conjunto conforman la etapa de potencia.

M2761 **SIMULACIÓN NUMÉRICA Y EXPERIMENTO PARA MEDIR ÍNDICES DE REFRACCIÓN NO CONSTANTES EN UNA DIRECCIÓN** *María Elizabeth Percino Zacarias* (epercino@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; Fermín Salomón Granados Agustín(fermin@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; Jorge De Jesús Alvarado Martínez(jorgedejesusalvaradomartinez@gmail.com), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; Diana Nallely Castán Ricaño(diana.ncr@gmail.com), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; Alejandro Cornejo Rodríguez(acornejo@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; *Expositor.*
Uno de los experimentos sencillos y de fácil implementación en el salón de clases, para mostrar el comportamiento de un medio de índice de refracción variable, es el que se lleva a cabo usando una pecera rectangular, agua y azúcar, y como fuente de iluminación un láser. De tal forma que al hacer incidir un haz de luz láser en el medio se observa el doblamiento del haz de luz, debido a la variación de la concentración de azúcar en el agua lo cual provoca la variación del índice de refracción. En el presente trabajo se presenta el análisis teórico y la simulación numérica de este tipo de medios. Estos resultados son comparados con los resultados experimentales que se pueden lograr en un salón de clases.

M2799 **Componente normal de la aceleración en diferentes radios de curvatura** *Carlos Figueroa Navarro* (carlos.figueroa@unison.mx), UNIVERSIDAD DE SONORA; Lamberto Castro Arce(lamberto.castro@unison.mx), UNIVERSIDAD DE SONORA; Julio César Campos García(jcampos@cifus.uson.mx), UNIVERSIDAD DE SONORA; *Expositor.*
Para una buena comprensión de la dinámica en ingeniería mecánica, se requieren destrezas y conocimientos suficientes en temas de aceleración, fuerza, trabajo, conservación de la energía, impulso y cantidad de movimiento lineal o angular. En este trabajo, se presentan varios ejemplos de interés, inicialmente se tiene un motociclista que acelera en una pista elíptica, este ejercicio muestra en forma sencilla la interpretación de la relación entre componente normal de la aceleración y el radio de la curvatura, de igual forma el ejemplo de un ciclista subiendo una altura del perfil hiperbólico, se añaden otras trayectorias como curvas parabólicas, exponenciales, logarítmicas y de tipo trigonométrico.

M2706 **Pneuma Blaster** *Efraín Borbón Díaz* (eborbond01@gmail.com), Universidad de Sonora Unidad Regional Sur; Carlos Gil Fierro(carlosgilfierro09@gmail.com), Universidad de Sonora Unidad Regional Sur; Leonardo Fidel Isasi Siqueiros(leonardo.isasi@unison.mx), Universidad de Sonora Unidad Regional Sur; Lamberto Castro Arce(lamberto.castro@unison.mx), Universidad de Sonora Unidad Regional Sur; *Expositor.*
Universidad de Sonora unidad regional sur, Departamento de Física, Matemáticas e Ingeniería Boulevard Lázaro Cárdenas # 100 col. Fco. Villa, CP 85850 Navojoa Sonora.
Se ha diseñado y construido un prototipo de “cañon de aire”, con el fin de realizar prácticas de laboratorio en mecánica. Como parte del curso de segundo semestre y como trabajo final se logró desarrollar con material económico, un sistema de contenedor de aire con el fin de ser usado como cañon o lanzador de proyectiles. Se desarrollan practicas con lanzamientos para movimiento vertical, horizontal y en tiro parabólico, y se logran visualizar cálculos de parámetros del aire contenido. Entre los parámetros que se manejan están los termodinámicos (P,V,T,n,R), de cinemática, (t,x,y,v,a) y de dinámica (F,P,Ec,Ep). Se tiene contemplado investigar nuevas aplicaciones en la industrial en general.

M2805 **La modelación de fenómenos físicos para la formación de futuros ingenieros.** *Bertha Ivonne Sánchez Luján* (ivonnesanchez10@yahoo.com), Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Ciudad Jiménez; Diana Del Carmen Torres Corrales(diana.torres@cinvestav.mx), Cinvestav-IPN; Ismael Arcos Quezada(ismael_arcos@msn.com), Universidad Autónoma del Estado de México; Ruth Rodríguez Gallegos(ruthrdz@tec.mx), Tecnológico de Monterrey; Jesús Eduardo Hinojos Ramos(jesus.hinojos@cinvestav.mx), Cinvestav-IPN; *Expositor.*
En este trabajo presentamos diversas experiencias de modelación en el aula de fenómenos físicos, como son el calentamiento/enfriamiento de objetos para ejemplificar la Ley de enfriamiento de Newton; o la solución de un circuito en serie RC y RL para discutir la función respuesta de ambos circuitos y relacionar ese comportamiento a la función de voltaje de entrada y la solución misma; o las prácticas alrededor del estudio del estado estacionario que realizan los ingenieros en electrónica, en particular en lo relacionado con el análisis de sistemas electrónicos de potencia. Nos interesa privilegiar la transmisión ideas y conceptos fundamentales a los estudiantes, resaltando de manera importante su uso para estudiar fenómenos reales varios; como térmicos, hidráulicos, mecánicos y eléctricos así como el poder de analogía entre ellos. Lo anterior no implica que tal supuesto sea general, sin embargo, lo consideraremos fundamental como base de nuestro trabajo y enfoque dedicado principalmente a la formación de futuros ingenieros.

M2198 **Experimentos de corriente alterna con impedancias complejas** *Donají Xochitl Cruz López* (xochitl.cruz@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Fernando Angeles Uribe(angel@astro.unam.mx),*

*Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México; Valente Vázquez Velázquez(valente@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Luis Alberto Ramirez Bermudez(laram@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

La licenciatura en física de la Facultad de Ciencias de la UNAM, contempla dentro de su mapa curricular las asignaturas "electromagnetismo I" (4° semestre), "laboratorio de electromagnetismo" (4° semestre), "variable compleja" (5° semestre) y "laboratorio de electrónica" (7° semestre). Este esquema curricular si bien es adecuado en su mayoría, no incluye algunos temas primordiales que se enseñen-aprendan con la profundidad y la importancia de los mismos, siendo la causa principal la falta de la mínima herramienta matemática por parte del estudiante. Un ejemplo es la corriente alterna con modelos de impedancias complejas, incluído en el temario de las asignaturas de laboratorio de electromagnetismo y su contraparte teórica, electromagnetismo I, el cual requiere conocimientos de variable compleja para su comprensión, retomados en algunos casos de manera profunda y formal en la asignatura "laboratorio de electrónica", sin embargo para esa asignatura ya no es un tema explícito por lo que un alto porcentaje de estudiantes no se familiarizan con el mismo.

Para disminuir esta problemática, presentamos en este trabajo una serie de herramientas mínimas que faciliten el proceso enseñanza-aprendizaje del tema, a través del panfleto "Matemáticas básicas para el estudio de la impedancia compleja" y un conjunto de seis experimentos que abarcan subtemas como inductancia, capacitancia, factor de potencia, resonancia, circuitos rlc y puentes de impedancia, entre otros.

Agradecemos al Dpto. de Física y al Taller de control y electrónica de la Fac. de Ciencias, UNAM, el apoyo facilitado para la realización y exposición del presente trabajo.

M2676 **Solución numérica de un sistema no lineal que modela un panel solar híbrido usando cálculo fraccional** *Anthony Torres Hernandez* (anthony.torres@ciencias.unam.mx), Universidad Nacional Autonoma de Mexico Facultad de Ciencias; Fernando Brambila Paz(fernandobrambila@gmail.com), Universidad Nacional Autonoma de Mexico Facultad de Ciencias; *Expositor.*

Las transformadas integrales, como la transformada de Laplace o la transformada de Fourier, crean un puente entre los sistemas de ecuaciones diferenciales y los sistemas de ecuaciones algebraicas. Siendo en general más sencillo de analizar un sistema en su forma algebraica que en su forma diferencial. Sin embargo, los sistemas algebraicos derivados de ecuaciones diferenciales normalmente no tienen solución analítica y es necesario recurrir a método numéricos del tipo iterativo para encontrar su solución. Es necesario mencionar que los métodos iterativos poseen un problema intrínseco, debido a que si un sistema posee N soluciones es necesario invertir tiempo en encontrar $N$ condiciones iniciales, pero este problema queda parcialmente resuelto al combinar métodos iterativos con el cálculo fraccional, cuyo resultado se conoce como métodos iterativos fraccionales, debido a que estos nuevos métodos tienen la capacidad de encontrar $N$ soluciones de un sistema usando una única condición inicial. Esta particularidad los hace ideales para aproximar los ceros de funciones como $\int_x^\infty \frac{\sin(t)}{t}dt$, $\int_x^\infty \frac{\sin(t)}{t}dt$, e incluso la función zeta de Riemann $\zeta(x)$.

Se presenta un método iterativo fraccional, valido para una y varias variables, que usa las propiedades de la derivada fraccional de Riemann-Liouville para encontrar soluciones de sistemas no lineales. Con ayuda de este método, se resuelve un sistema de ecuaciones algebraico no lineal de 5 variables, derivado de la aplicación de la transformada de Fourier a un sistema de ecuaciones diferenciales, que permite modelar el comportamiento de las temperaturas y las eficiencias de un panel solar híbrido, el cual en términos simples, es la combinación de un sistema fotovoltaico con un sistema termoeléctrico.

M2613 **Expansión del universo: Una explicación con gravitación Newtoniana** *Víctor Julián Pérez Aquino* (yeajulian@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Ana Avilez López(aavilez@fcfm.buap.mx), FCFM-BUAP; Jorge Velázquez Castro(jorgevc@fcfm.buap.mx), FCFM-BUAP; *Expositor.*

El principio cosmológico menciona que el espacio que ocupamos en el universo no es especial. Desde donde sea que se observe, el universo seguirá viéndose igual. Esto proporciona dos propiedades importantes que el universo posee: La homogeneidad (el universo se ve igual en cada punto) y la isotropía (el Universo se ve igual en cualquier dirección). Pero las observaciones realizadas muestran que los objetos en el universo se alejan de nosotros. A la evidencia observacional de esto se le llama corrimiento al rojo, y es la observación del cambio de la longitud de onda que emiten los cuerpos. La deducción de este fenómeno es consecuencia de la teoría de la relatividad general. Bajo este contexto se deducen la ecuación de Friedmann, sin embargo, es posible, únicamente mediante la observación, deducirla con la teoría de gravitación de Newton, utilizando elementos proporcionados por la mecánica clásica. En el trabajo que se presenta se realizará la deducción de las ecuaciones de Friedmann en el marco teórico Newtoniano para una distribución de materia homogénea.

M1845 **Diseño y construcción de un medidor de densidad para fluidos mediante Arduino** *José Luis Del Río Valdés(jluisdrv@unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Juan Carlos Velazquez Diaz* (jcvd13@ciencias.unam.*

*mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*
Se diseño un dispositivo electrónico que permite calcular la densidad de un fluido, mediante un sensor de fuerza, una placa de desarrollo Arduino UNO y un vaso de precipitado, esta sería una herramienta útil para la materia de Laboratorio de Fenómenos Colectivos de la Facultad de Ciencias de la UNAM, el dispositivo calcula la densidad a partir de un volumen fijo y mide el peso del fluido y realiza el calculo de la densidad, mostrándolo en una pantalla LCD, dando la posibilidad de mandar estos datos a una computadora o teléfono celular por medio de bluetooth. Se agradece a la Facultad de Ciencias de la UNAM el apoyo para la realización de este trabajo.

M1912 **Estudio e implementación de métodos de clustering para corroborar los diagnósticos de personas con arritmias cardiacas y sin problemas cardiacos.** *Mireya-Estefany Márquez-López* (MiRe_250@hotmail.com), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Beatriz Bonilla Capilla(beatriz.bonillac@correo.buap.mx), Cátedratica de CONACYT, Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*
Se denomina arritmia o disritmia cardíaca a aquellos trastornos en la conducción de los impulsos cardíacos. Hoy en día el médico al ver algunos patrones en el electrocardiograma diagnostica al paciente con arritmia cardíaca. Por otro lado, Clustering es una técnica común para el análisis estadístico de datos y es el proceso de agrupar datos en clases o clusters de tal forma que los objetos de un cluster tengan una similaridad alta entre ellos, y baja con objetos de otros clusters. El objetivo de este trabajo es utilizar las técnicas de clustering para clasificar y confirmar el diagnóstico de personas con arritmias cardíacas de las que no tienen problemas cardíacos, el programa lo implementaremos en Python.

M2592 **Teorema del trabajo virtual en análisis de estructuras** *Paulina María Durazo Fernández(paulina.durazo.f@gmail.com), Departamento de Física - Universidad de Sonora; Daniel Isac Martínez Navallez* (danielisacmn09@gmail.com), Departamento de Física - Universidad de Sonora; Roberto Pedro Duarte Zamorano(roberto.duarte@fisica.uson.mx), Departamento de Física, Universidad de Sonora; *Expositor.*
El teorema del trabajo virtual se encuentra presente en numerosos campos físicos; debido a esto, genera una gran importancia e interés el poder tener de una forma más completa la comprensión de dicho concepto, así como el entendimiento claro y preciso de su aplicación en el mundo real. Generalmente, como estudiosos de la física, nos limitamos al análisis de problemas totalmente idealizados, sin trascender mas allá en el estudio y comprensión. Por lo anterior, en este trabajo buscamos ampliar este enfoque y poder utilizar los conocimientos adquiridos en el curso de mecánica clásica de la Licenciatura, para que sean implementados en un problema real que enfrenta dicho teorema; para ello, se utilizarán los conocimientos desarrollados en dicha materia, con la finalidad de ampliar el panorama de los estudiantes respecto al teorema del trabajo virtual, y cómo este puede ser aplicado en la resolución de problemas de estructuras en ingeniería. Se presenta un análisis del teorema de trabajo virtual desde el punto de vista teórico y algunos ejemplos de aplicación en problemas del campo de la ingeniería de estructuras.

M2266 **Estudio geométrico de los Sólidos de Kepler y su programación** *Constanza Zuñiga Villareal* (constanzazuu@gmail.com), Universidad Autónoma de Nuevo León; Alfredo Tlahuice Flores(tlahuicef@gmail.com), Universidad Autónoma de Nuevo León; *Expositor.*
Se realizó un estudio geométrico de los cuatro sólidos de Kepler-Poinsot: el Pequeño Dodecaedro Estrellado, el Gran Dodecaedro, el Gran Dodecaedro Estrellado y el Gran Icosaedro. Se establecieron las relaciones entre los segmentos que constituyen los picos y la base, encontrándose en todas estas el número áureo dado a la presencia de pentagramas en cada una de las figuras. Mediante un lenguaje orientado a objetos (Pov-Ray) se implementaron los algoritmos para generar los sólidos de Kepler, ayudándonos a la visualización. Este estudio representa un avance en el diseño de nuevos materiales donde la generación de las coordenadas .xyz es parte vital en la preparación de simulaciones computacionales. En el futuro, nuestra aproximación geométrica-computacional ayudará al estudio de estructuras metálicas y su aplicación en sistemas metal-proteínas.

M2729 **MATEMÁTICAS DE LA ASTRONOMÍA Y COSMOLOGÍA EN FORMA ILUSTRADA** *Carlos Figueroa Navarro* (carlos.figueroa@unison.mx), UNIVERSIDAD DE SONORA; Raúl Riera Aroche(raul.riera@unison.mx), universidad de La Habana; Martín Eduardo Molinar Tabares(martinmolinar@hotmail.com), UNIVERSIDAD DE SONORA; Lamberto Castro Arce(lamberto.castro@unison.mx), UNIVERSIDAD DE SONORA; *Expositor.*
Se muestra con imágenes, los aspectos que abarcan desde las leyes de Kepler, gravitación de Newton y teoría de la relatividad de Einstein. Enseguida, se define la gravedad en el espacio tiempo y su relación con la teoría cuántica. En el mismo lenguaje, se plantea el problema de la materia y energía oscura; también se incluye la explicación de la constante cosmológica con la ley de Hubble; en el contexto de la teoría del Big Bang y de las cuatro fuerzas. En cada imagen, se incluyen los modelos matemáticos que justifican y explican las ideas cosmológicas, logrando con ese procedimiento, una forma extraordinaria de la expresión de la ideas.

M1888 **SOBRE LA CUANTIZACIÓN CANÓNICA DE LAS VARIABLES DE ÁNGULO ACCIÓN**
*Victor David Granados García* (granados@esfm.ipn.mx), ESCUELA SUPERIOR DE FÍSICA y MATEMÁTICAS, INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL; Carlos Germán Pavía Y Miller(cgpm@azc.uam.mx), Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco; Escuela Superior de Física y Matematicas-IPN; Roberto Daniel Mota Esteves(rdmotae@yahoo.com.mx), Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Unidad Culhuacán, Instituto Politécnico Nacional; *Expositor.*
La cuantización canónica establece que un par de variables canónicas conjugadas con paréntesis de Poisson, se cuantiza en un par de operadores con conmutador ih. Cuantizamos por este método los casos del oscilador harmónico simple, partícula en un campo uniforme y determinamos sus espectros de energía y autofunciones. Concluimos que no funciona la cuantización de las variables de ángulo acción, ya que los espectros de energía obtenidos, son los de la regla de Wilson-Sommerfield.

***Otro***
***Línea (online)***

M2355 **Estructura multifractal en pinturas surrealistas** *Kisel S. Santiago* (kissel_15@hotmail.com), FCFM-Universidad Autónoma de Chiapas; Julieth Aguirre-Rodríguez(julieth-agui@hotmail.com), FCFM-Universidad Autónoma de Chiapas; Belen P. Hidalgo(belen.ardillita@hotmail.com), FCFM-Universidad Autónoma de Chiapas; Jorge Gonzalez Gutiérrez(endotropia@hotmail.com), FCFM-Universidad Autónoma de Chiapas; *Expositor.*
El arte pictórico es una manifestación expresiva desarrollada con pintura. En general puede ser de carácter simbólico o abstracto e incluso imitar la realidad realizándose sobre soportes como lienzo, mural, madera, entre muchos otros. El surrealismo es un estilo de arte pictórico iniciado en el siglo XX, caracterizado por su valorización a la fantasía, locura y la utilización de la reacción automática, donde el artista se libera de la lógica y razón, para expresar el mundo del inconsciente y de lo irreal. Salvador Dalí, Vincent Cacciotti y Mike Worrall son destacados artífices de este género. En este trabajo, analizamos distintas pinturas surrealistas de tres artistas para detectar vestigios de multifractalidad. Probamos que las pinturas surrealistas analizadas aquí son objetos multifractales. Este hallazgo sugiere que una obra de arte surrealista, que inicialmente puede parecer ordenada, contiene muchos componentes distribuidos en diferentes grados de auto-similitud, que aumentan sustancialmente la complejidad estructural. El espectro de singularidades muestra que las pinturas de Mike Worrall tienen una mayor variedad estructural en comparación a las elaboradas por Vincent Cacciotti y Salvador Dalí. Esto podría deberse a que Mike Worrall utiliza una mayor diversidad de patrones en sus obras artísticas. Nuestros hallazgos podrían ser una plataforma útil para poder diferenciar y clasificar pinturas surrealistas, evitando la falsificación de obras artísticas de gran valor histórico y económico.

M1999 **Implementación de un sistema de fotolitografía a bajo costo: Fabricación de circuitos de óptica integrada utilizando un haz de luz azul.** *Nick Antonio Rodríguez Rodríguez(a185093@alumnos.uaslp.mx), Universidad Autónoma de San Luis Potosi; Amparo Rodríguez Cobos(roca@cactus.iico.uaslp.mx), Instituto Nacional Politécnico de Grenoble , Francia; Francisco Javier De Anda Salazar(compean9@hotmail.com), Universidad de Paris VI, "Pierre et Marie Curie", Francia.; Claudia Verónica Silva Juárez* (a126554@alumnos.uaslp.mx), Universidad Autónoma de San Luis Potosi; *Expositor.*
La fabricación de circuitos de óptica integrada involucra el proceso de fotolitografía que se puede llevar a cabo en diferentes sistemas, todos ellos constituidos por equipos sofisticados y costosos. El sistema más simple de fotolitografía convencional requiere de una alineadora con insolación de luz UV y la adquisición de mascarillas con los diseños de los circuitos a fabricar. El uso de estas mascarillas nos impide modificar los circuitos ya que debido a sus altos costos no es factible adquirir varias de ellas. El objetivo de este trabajo fue implementar un método alternativo para grabar circuitos en resina fotosensible depositada sobre sustratos de vidrio y silicio. El método propuesto es el de la "escritura directa sobre fotoresina" o "fotolitografía sin mascaras" que consiste en exponer la resina con un láser cuya longitud de onda de emisión se encuentre dentro del espectro morado-azul y hacer un barrido con el láser para "imprimir" sobre la resina directamente el circuito deseado para después revelar y procesar los materiales mediante las técnicas convencionales de la fotolitografía. La ventaja de esta técnica es que nos permite modificar rápidamente los diferentes diseños que se desean grabar en la resina, basta con modificarlos e introducirlos a la PC de control del láser. En nuestro caso y teniendo en cuenta que el espectro de absorción de la resina Shipley S-1818 utilizada se encuentra en el rango de $\lambda$=350-450 nm, utilizamos dos láseres: un diodo láser y un puntero laser con longitud de onda de $\lambda$=405 y 440 nm respectivamente. Se diseñó un cabezal para la fuente de luz que se ensambló a una grabadora laser comercial utilizada para hacer trabajos de grabado sobre diferentes materiales. Se fabricó una mesa XY con motores paso a paso que es controlada por una PC a través de un programa que convierte dibujos en formatos comunes al lenguaje "G" utilizado por maquinas CNC (Control Numérico por Computadora) que es un conjunto de instrucciones para controlar el mecanizado mediante un programa contando con la mínima intervención humana. En este trabajo reportamos y analizamos los resultados obtenidos: la eficiencia de las dos fuentes de luz utilizadas,

el sistema implementado para una adecuada focalización del haz de luz. Así como también la optimización de los parámetros utilizados como : espesores de fotoresina, velocidad y tiempos de insolación, tiempos de revelado, método de remoción de la resina insolada , etc.

M1923 **Estudio de propiedades mecánicas interfaciales de una placa entre dos sólidos usando ondas ultrasónicas** *Jorge Isidro Aranda Sánchez(jarandas@umich.mx), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Arturo Baltazar Herrejón* (jarandas@umich.mx), CINVESTAV UNIDAD SALTILLO; *Expositor.*

Las propiedades mecánicas interfaciales entre cuerpos sólidos en contacto se pueden estudiar usando ondas ultrasónicas guiadas. Se usó un sistema experimental formado por dos barras sólidas de aluminio (58 mm de diámetro) cargadas axialmente contra una placa delgada de aluminio, para controlar la rigidez interfacial de contacto. Se excitaron ondas guiadas sobre la placa de aluminio delgada. La carga que se aplicó axialmente varió desde 0 MPa a 30 MPa. Se estudió tanto teórica como experimentalmente el efecto que tenía el aumentar o disminuir la carga aplicada sobre la propagación de las ondas guiadas. Los resultados experimentales indican que el cambio de la carga aplicada afecta la atenuación e induce la conversión de modo del modo de vibracipn estudiado S0. Se determinó numéricamente la atenuación como función de las condiciones interfaciales usando el método de la matriz de rigidez y se comparó con los resultados experimentales.

M2047 **Modelo RNA para la deformación espacio-temporal de la electro-oxidación de metal líquido** *Elizeth Ramírez Álvarez* (eramirez@unach.mx), Universidad Autónoma de Chiapas; Eduardo González Méndez(glesabbath96@gmail.com), Universidad Autónoma de Chiapas; Christian Iván Enriquez Flores(chrienri@yahoo.com.mx), Universidad Autónoma de Chiapas; José Manuel Cruz Martínez(manuel.cruz.04@gmail.com), Universidad Autónoma de Chiapas; Sergio Flavio Marroquin Cano(sfmarroquin7596@gmail.com), Universidad Autónoma de Chiapas; Marco Antonio Rivera Islas(mrivera@uaem.mx), Universidad Autónoma del Estado de Morelos; Ariel Flores Rosas(ariel.flores@unach.mx), Universidad Autónoma de Chiapas; Roberto Arceo Reyes(roberto.arceo@unach.mx), Universidad Autónoma de Chiapas; Ramiro Rico Martínez(ramiro@iqcelaya.itc.mx), Tecnológico Nacional de México; *Expositor.*

Los sistemas complejos con dinámica espacio-temporal de interés en diversas áreas de la ciencia se presentan con el reto de las dificultades de su modelado. Los modelos de redes neuronales artificiales (RNA) que son empíricos pues se construyen a partir de aprendizaje de información conocida del sistema a modelar han mostrado ser suficientemente robustos para sistemas con dinámica temporal altamente no lineal y aun caóticos, por otro lado en recientes años el uso de éste tipo de modelos se ha convertido en la primera opción para reconocimiento de patrones o imágenes [1-4]. En este sentido los modelos construidos a partir de observaciones de las dinámicas como lo son las RNA son una alternativa para el modelado de sistemas complejos espaciales distribuidos como la observada en los metales líquidos durante su electro-oxidación [1,5]. En este trabajo se tuvo como objetivo la caracterización de dinámica espacial distribuida con video del corazón palpitante de mercurio (MBH) [5] en celda de tres electrodos manipulada con potenciostato para la construcción de un modelo de RNA de alimentación hacia adelante capaz de reconocer la deformación del metal en el tiempo formada al manipular un parámetro accesible del sistema, en este caso el potencial de celda.

M1924 **Discriminación de clases de sistemas dependientes del tiempo** *Jorge Isidro Aranda Sánchez* (jarandas@umich.mx), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Arturo Baltazar Herrejón(jarandas@umich.mx), CINVESTAV UNIDAD SALTILLO; Fernando Iguazú Ramírez Zavaleta(jarandas@umich.mx), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.*

Es común usar señales provenientes de sensores no destructivos para estudiar variaciones en sistemas que cambian con el tiempo. Las observaciones sobre sistemas que varian con el tiempo se les conoce como mediciones repetidas. En diversas aplicaciones, se suele desarrollar un clasificador Bayesiano basado en datos obtenidos con mediciones repetidas para asegurar la correcta identificación de una clase determinada. Sin embargo, la implementación de tal sistema es complicado debido a la característica multidimensional y discontinua de las fronteras de decisión. En el presente trabajo se aborda el problema de multiclases de datos correlacionados desarrollando un clasificador Bayesiano y se discute el efecto de la correlación sobre el error de clasificación de las mediciones repetidas al variar el tiempo.

M2040 **EFECTO DE UN CORTE CUASI-FRACTAL EN LA DINÁMICA VIBRATORIA DE UNA MEMBRANA CUADRADA** *Gabriel Arroyo Correa* (garroyo@umich.mx), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.*

El estudio de las propiedades mecánicas de membranas es importante en varios campos del conocimiento, debido a sus potenciales aplicaciones en tareas específicas que se presentan en sistemas físicos, químicos y biológicos. Desde el punto de vista analítico se conocen soluciones (eigenvalores y eigenfunciones) para geometrías simples (rectangulares, circulares y elípticas) y condiciones de frontera específicas, tanto del tipo Neumann como Dirichlet [1]. Sin embargo, cuando se tienen condiciones de frontera mixtas, el problema aún en geometrías simples puede requerir de soluciones numéricas [2]. En estos casos,

el método de los elementos finitos permite aproximar con gran precisión soluciones numéricas al problema bajo estudio. En este trabajo se estudia numéricamente el problema de una membrana cuadrada, fija en su frontera, cuando en un uno de sus lados se hace un corte cuasi-fractal, con diferentes niveles de aproximación al conjunto de Cantor, sobre la frontera de definición de la membrana. Se analiza la dinámica vibratoria de la membrana en función del grado de profundidad del corte (entendido como el nivel de aproximación al conjunto de Cantor) usando el programa COMSOL v.3.5 [3]. Se cuantifica el corrimiento en los eigenvalores con respecto a los eigenvalores de la membrana sin corte y la distribución de las líneas nodales en las eigenfunciones correspondientes. Los resultados obtenidos muestran que dependiendo de la profundidad del corte, los eigenvalores y las eigenfunciones sufren modificaciones con respecto al caso de la membrana original sin corte. Los resultados obtenidos pueden ser utilizados en el diseño de membranas en donde se requiera modificar su distribución de energía. 1. R. Courant, D. Hilbert, "Methods of Mathematical Physics" (Wiley Interscience, 1953), Vol. 1, pp. 275-396. 2. M. J. Gander, G. Wanner, From Euler, Ritz and Galerkin to Modern Computing, SIAM Review, Vol. 54,4, 2012, pp. 1-40. 3. COMSOL AB, "COMSOL Multiphysics, version 3.5. Información técnica ", 2008.

M2346 **Panorama general de nanored doméstica de Corriente Directa desarrollada en FISMAT-UMICH** *Miguel Ángel Córdova Fajardo* (kordov@hotmail.com), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Universidad Michoacana de San Nicoás de Hidalgo; Eduardo Salvador Tututi Hernández(tututi@umich.mx), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Universidad Michoacana de San Nicoás de Hidalgo; *Expositor.*

El mercado de la energía eléctrica es ampliamente dominado por el régimen de Corriente Alterna (CA). Por un largo tiempo la CA demostró tener ventajas superiores a la Corriente Directa (CD). Sin embargo, la necesidad de un crecimiento sostenible y el desarrollo en el campo de la electrónica de potencia, ha incrementado tendencia de la incorporación de la fuentes de energía renovable a la red eléctrica. La inyección de energía eléctrica proveniente de fuentes de energía renovables ha generado sistemas eléctricos distribuidos, eliminando con ello la transmisión a largas distancia. En el sector residencial, se optado por políticas para el uso de electrodomésticos de alta eficiencia cada vez más accesibles a los usuarios. Así como también la incorporación de fuentes de energía renovables, en especial, fotovoltaica. La mayoría de los electrodomésticos de alta eficiencia y los sistemas fotovoltaicos se basan en la electrónica de potencia y generalmente su funcionamiento interno es por medio de CD. Estas cargas y fuentes de energía tienen un comportamiento no lineal hacia el sistema eléctrico de CA generando distorsiones en los parámetros del voltaje y corriente, lo cual ha generado soluciones cada vez más complejas. Con respecto a los sistemas eléctricos de CD, son muy poco difundidos y sus aplicaciones son limitadas a ciertos sectores como el automotriz. En la actualidad, se han implementado sistemas eléctricos de CD para satisfacer las necesidades de un hogar por medio de fuentes de energía renovable. En la Facultad de Físico Matemáticas de la Universidad Michoacana hemos documentado algunas de sus ventajas así como el desarrollo de un estudio de las distorsiones en los parámetros eléctricos (Armónicos). Se presentan los resultados del uso de modelo matemático de un electrodoméstico de alta eficiencia, así como lecturas experimentales. Con lo cual, hemos desarrollado una nanored doméstica de CD más robusta.

M2800 **Síntesis de películas delgadas de In2Se3 por co-evaporación térmica** *Trinidad Molina Mil* (trinitymm90@gmail.com), INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL; Jorge Sastré Hernández(jsastrehdz@gmail.com), INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL; Jorge Ricardo Aguilar Hernández(jrah64@yahoo.com.mx), INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL; *Expositor.*

Se sintetizaron películas delgadas de Seleniuro de Indio (In2Se3) sobre sustratos de vidrio por la técnica de co-evaporación térmica a diferentes espesores y velocidades de crecimiento. El In2Se3 es un material semiconductor tipo n, que se puede sustituir por el Sulfuro de Cadmio (CdS) en el procesamiento de celdas solares o dispositivos infrarrojos de CuInSe2 (CIS). La técnica de co-evaporación térmica, tiene grandes ventajas en el depósito de películas ya que permita controlar el flujo de las fuentes a emplear. En el procesamiento del In2Se3 por co-evaporación se puede realizar el depósito de películas CIS ya que se emplea el mismo sistema sin cambiar los materiales de origen. Las películas delgadas de In2Se3 se caracterizaron por perfilometría y espectroscopia ultravioleta visible. Este trabajo reporta el efecto de las composiciones de deposición por co-evaporación térmica en el espesor de las películas y el ancho de banda prohibida.

M1921 **Estudio de daños en cables multialámbricos usando el análisis de tiempo-frecuencia con señales ultrasónicas** *Arturo Baltazar Herrejón* (jarandas@umich.mx), CINVESTAV UNIDAD SALTILLO; Fernando Iguazú Ramírez Zavaleta(jarandas@umich.mx), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Jorge Isidro Aranda Sánchez(jarandas@umich.mx), UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO; *Expositor.*

En este trabajo se usa la propagación de ondas ultrasónicas guiadas para la determinación de daño artificial en piezas de cables multialámbricos. Para el análisis tiempo-frecuencia de ondas guiadas se propone usar la Transformada de Fourier de Tiempo Corto (STFT por sus siglas en inglés).Los resultados mostraron que la

frecuencia instantánea y la distribución de energía puede mejorar la detección de daños en cables multialámbricos.

M2089 **Patrón de difracción al superponer dos esferas** *Carlos Aráoz Alvarado* (carlosaraoz@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Guillermo Alejandro Pérez Lobato(guilleme@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Edna Magdalena Hernández González(ednah@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*
En este poster se busca explicar la difracción entre dos objetos esféricos al superponerse, cuando son iluminados por un láser de 532nm. Las esferas son estudiadas de forma estática y oscilando distancias pequeñas. El patrón de difracción de una esfera forma un punto brillante en el centro que se denomina punto de Poisson. Usando la teoría de difracción de Fraunhofer y difracción de Fresnel, se determina la dependencia entre la intensidad del punto de Poisson con el tamaño de los objetos y la separación relativa entre la fuente, los objetos y la pantalla. Se determinó si hay diferencia en la difracción al superponerse dos objetos esféricos de diferente tamaño. Se comparan los resultados experimentales con un análisis teórico del patrón de difracción usando simulaciones y con los resultados teóricos numéricos obtenidos en el artículo de Reisinger, et al. [1].Los resultados podrían servir para aplicaciones en astronomía en particular en el estudio de exoplanetas y sus lunas. [1] Reisinger, et al. New J. Phys. 19 (2017) 033022

M2407 **Dimensión fractal aproximada del volumen de una microemulsión de aceite esencial tipo esférica** *Julio César Campos García* (julio.campos@unison.mx), Universidad de Sonora; Luis Quihui Cota(lquihui@ciad.mx), Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo; Oscar Rubén Gómez Aldama(oscar.gomez@unison.mx), Universidad de Sonora; Marco Antonio López Mata(marco.lopezmata@unison.mx), Universidad de Sonora; Ramón Gertrudis Valdez Melchor(ramon.valdez@unison.mx), Universidad de Sonora; *Expositor.*
En este trabajo, se realiza un estudio sobre la aproximación de la dimensión fractal asociada al volumen de una microemulsión de aceite esencial de tipo esférico. Tomando en cuenta que la formación de este tipo de sistemas biofísicos, se dan en condiciones termodinámicamente estables, se conforma un modelo sencillo, donde el medio de formación de la microemulsión se le supone como un medio fractal homogéneo y que la fase de equilibrio termodinámico estable en el sistema, se compone de un límite inferior y uno superior, siendo uno muy aproximado al otro. Bajo estas suposiciones y estableciendo una correspondencia biunívoca entre dichos límites con el volumen de la esfera del espacio Euclidiano y el volumen de la esfera fractal asociado al espacio de dimensión fractal, se obtiene una ecuación que describe en forma aproximada la dimensión fractal de volumen asociada a la microemulsión, la cual contiene tres variables Euclidianas y una del espacio fractal. Se resuelve la ecuación para la dimensión fractal y se obtienen resultados numéricos para dos tipos de microemulsiones: Rosmarinus officinalis y Melaleuca alternifolia. Estos resultados, son coherentes con la desigualdad de Szpilrajn's y con la medición experimental de la dimensión no entera.

M2589 **Análisis de estabilidad para una nube de gas autogravitatorio en equilibrio hidrostático usando sistemas dinámicos no autónomos.** *Tonatiuh Manuel Tiscareño Sánchez* (tonatiuh.tiscareno@fisica.uaz.edu.mx), Unidad académica de Física, Universidad Autónoma de Zacatecas; Sinuhé Lizandro Hinojosa Ruiz(sinuhe@fisica.uaz.edu.mx), Unidad académica de Física, Universidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.*
Se estudia la estabilidad de una esfera de gas en la que se toma en cuenta la atracción gravitatoria mutua entre las partículas que lo conforman y bajo las leyes de la termodinámica clásica a partir de las ecuaciones de estructura gravitacional en equilibrio hidrostático en donde la presión depende de la densidad y el radio como $P = \frac{k}{x^m(1-\frac{1}{n})}\rho^{1-\frac{1}{n}}$, se propone un cambio de variable para obtener una ecuación no lineal y no autónoma de tipo Emden-Fowler, ésta ecuación es no autónoma en el sentido en que la variable independiente aparece explícitamente en uno de los términos y es analizada desde la perspectiva de los sistemas dinámicos no autónomos. Con base en los resultados encontrados fue posible obtener condiciones de estabilidad para el sistema.

M2141 **ESTUDIO NUMÉRICO DE UN SISTEMA DE REACCIÓN-DIFUSIÓN BIDIMENSIONAL CUASI-SINGULAR** *Gabriel Arroyo Correa* (garroyo@umich.mx), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.*
Los sistemas de reacción-difusión son modelos matemáticos que describen cómo una o más partes de un sistema distribuidas en el espacio cambian bajo la influencia de dos procesos: reacciones locales y difusión. Los sistemas de reacción-difusión se aplican a la modelación de procesos dinámicos que se presentan en campos tan variados como la biología, la geología, la química, la física, la ecología, etc., por mencionar solo algunos. Desde que en 1952 Alan Turing los propuso como la base química de la morfogénesis [1], los sistemas de reacción-difusión se han utilizado para modelar diversos procesos biológicos y no biológicos de formación de patrones. El sistema de Dixon es un modelo simplificado para describir la dinámica del campo magnético de una estrella de neutrones [2]. En este trabajo se analiza numéricamente las propiedades dinámicas de un sistema de reacción-difusión basado en una generalización del sistema de Dixon que se hace para remover su singularidad en el origen [2]. Se consideran diferentes condiciones

de frontera, de condiciones iniciales así como diferentes factores de difusión. El análisis se hace estudiando los patrones de densidad espacial (patrones de Turing) y la evolución temporal del espacio de configuración del sistema. Los resultados obtenidos permiten identificar: i) diferencias y similitudes entre los patrones de densidad espaciales; ii) diferentes trayectorias de difusión asociadas al espacio de configuración del sistema. Trabajo apoyado por el programa CIC-UMSNH 2020. 1. A. M. Turing. The Chemical Basis of Morphogenesis, Philosophical Transactions of the Royal Society of London B, Vol. 237, 641, 1952, pp. 37-72. 2. J. C.Sprott. "Elegant chaos: Algebraically simple chaotic flows" (Singapore, World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., 2014), pp. 109-111. 3. G. Arroyo Correa. 11º Congreso Estatal de Ciencia, Tecnología e Innovación, 2016, Morelia, Mich.

M2233 **Computación Cuántica** *Aurora Yanely Escalante Cruz(escalantecruzy@gmail.com), Universidad Autónoma de Tamaulipas; Moisés Mirto López* (mmirto141404@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*
En los últimos años, se ha desplegado una nueva disciplina de estudio, la computación cuántica. El objetivo de este trabajo es dar una explicación breve pero detallada de algunos temas clave de la computación cuántica, para ello se recurre a los postulados de la mecánica cuántica y a partir de dichos postulados se crea el modelo matemático que existe detrás de la computación cuántica. Como una aplicación útil presentamos un ejemplo de teleportación cuántica, posteriormente realizamos un análisis del algoritmo de factorización de Shor. Dicho algoritmo fue diseñado para ser aplicado en una en una hipotética computadora cuántica, descompone en factores primos un número entero mayor que 1.

M2521 **Distribuciones de participación no gaussianas en elecciones mexicanas.** *Hugo Hernández Saldaña* (hhs@azc.uam.mx), Universidad Autónoma Metropolitana; *Expositor.*
El uso de herramientas estadísticas para analizar elecciones se incrementado de gran manera. El hallazgo de regularidades, no necesariamente de carácter universal (usualmente denominadas stylized facts), es frecuente y se refleja en la literatura de física estadística, estadística, revistas interdisciplinarias y de ciencia política. En la historia mexicana reciente las deviaciones de los cánones estadísticos ha hecho sospechar de la presencia de fraudes. Una mirada cuidadosa y desglosada de los datos de las elecciones federales de 2000 a 2018 muestra que las desviaciones del cánon son frecuentes y no necesariamente asociadas a fraude. En este trabajo exploramos el rol de la conformación de los distritos electorales en un país geográficamente diverso en la explicación de desviaciones de estadísticas. Se encuentra que la distribución de la participación de votantes por casilla corresponde cercanamente a una gaussiana sesgada. Se compara con las gráficas correspondientes con los trabajos de Barberán [1] de las elecciones de 1988, donde la falta de gaussianidad fue uno de los argumentos esgrimidos para caracterizar el fraude.
[1] Barberán J. Et al. Radiografía del fraude: Análisis de los resultados oficiales del 6 de julio, México. D.F. Nuestro Tiempo, 1988.

M2609 **Quantization of the 1-D forced harmonic oscillator in the space** $(x, v)$ *Omar Jorge Pérez Bravo* (hase12@hotmail.com), Universidad de Guadalajara; Gustavo López Velázquez(gulopez@cencar.udg.mx), Universidad de Guadalajara; *Expositor.*
The quantization of the forced harmonic oscillator is studied with the quantum variable $(x, \hat{v})$ and using a Shrödinger's like equation on these variable, and associating a linear operator to a constant of motion $K(x, v, t)$ of the classical system, with the commutation relation $[x, \hat{v}] = i\hbar/m$. The comparison with the quantization in the space $(x, p)$ is done with the usual Schrödinger's equation for the Hamiltonian $H(x, p, t)$, and with the commutation relation $[x, p] = i\hbar$. It is found that for the non resonant case, both forms of quantization brings about the same result. However, for the resonant case, both forms of quantization are different, and the probability for the system to be in the exited state for the $(x, \hat{v})$ quantization has less oscillations than the $(x, p)$ quantization, the average energy of the system is higher in $(x, p)$ quantization than on the $(x, v)$ quantization, and the Boltzmann-Shannon entropy on the $(x, p)$ quantization is higher than on the $(x, v)$ quantization.

M1922 **Estudio de propiedades mecánicas de frutos usando impulso acústico y un texturómetro** *Jorge Isidro Aranda Sánchez* (jarandas@umich.mx), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Fernando Iguazú Ramírez Zavaleta(jarandas@umich.mx), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.*
Las propiedades biomecánicas de los productos hortofrutícolas son un aspecto de calidad importante, especialmente en frutas tan delicadas y de corta vida de anaquel como las guayabas (Psidium guajava). La determinación de dichas propiedades permite conocer parámetros útiles, como el peso y el tiempo que podrían soportar antes de llegar a sus límites de elasticidad, de deformación plástica o de resistencia a la compresión, así como el grado de deformación cuando el fruto es sometido a una fuerza, que a su vez indican la resistencia del fruto al daño mecánico. En este trabajo se determinó el módulo de elasticidad del fruto en base a dos ensayos: destructivo con un texturómetro y no destructivo con impulso acústico. También se determina la máxima resistencia que presenta el fruto al ser comprimido.

M2127 **ANÁLISIS ACÚSTICO Y ESTRUCTURAL DE LA GUITARRA CLÁSICA** *Irma Rangel Recio**

*(recio.mimi@gmail.com), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Universidad Michoacana de San Nicoás de Hidalgo; Eduardo Salvador Tututi Hernández(tututi@umich.mx), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Universidad Michoacana de San Nicoás de Hidalgo; *Expositor.*

En este trabajo se analizan algunos aspectos de la guitarra clásica desde un punto de vista de la física y del diseño estructural. Estudiamos las ecuaciones de movimiento para las vibraciones en una placa con la geometría de la guitarra. Analizamos de forma detallada el proceso de construcción de este instrumento así como también tratamos de identificar las variables cuantitativas que determinan la calidad del sonido de una guitarra. Nuestro análisis se centra en un elemento llamado abanico o barras armónicas, situado al reverso de la tapa de guitarra. Su función es ecualizar el sonido de la guitarra (afinación, graves, agudos, timbre, etc.). Los constructores de guitarras moldean las barras y las ubican de forma empírica para obtener cierto sonido. Existen muchas configuraciones de abanicos, nuestro objetivo es identificar las variables cuantitativas asociadas que afectan directamente el sonido del instrumento. Hablaremos del trabajo de campo realizado con los guitarreros de la comunidad de Paracho y presentaremos el diseño de abanico creado por el reconocido guitarrero Abel García López, sobre el cual trabajaremos así como un mapeo en 3D de tapas con abanico obtenidas mediante la técnica de interferometría.

M2517 **Soluciones clásicas del modelo de Bateman bidimensional: Integrales de movimiento** *Hugo Hernández Saldaña* (hhs@azc.uam.mx), Universidad Autónoma Metropolitana; *Expositor.*

La búsqueda de incluir procesos disipativos a la mecánica cuántica ha sido amplia y diversa. Uno de los modelos ampliamente usados es el de osciladores duales de Bateman. En este trabajo presentamos algunos resultados de la dinámica clásica de dicho modelo en su versión bidimensional [1]. Nos enfocamos a las soluciones asociadas a los pseudomomenta angular que son integrales de movimiento.

[1] H. Hernández-Saldaña, J. Morales Téllez and C García Martínez. Exploring the 2-D Bateman dual system Hamiltonian: a first approach. Phys.: Conf. Ser. 1221 (2019) 012037

M2038 **RADIOGRAFÍA TEMPORAL DEL PROCESO DE CONTROL MAGNÉTICO DEL CIRCUITO CAÓTICO DE CHUA** *Gabriel Arroyo Correa* (garroyo@umich.mx), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.*

El estudio de los sistemas caóticos dispone de varias herramientas entre las que se pueden mencionar los mapas de Poincaré, los exponentes de Lyapunov, las funciones de correlación, los espectros de Fourier, etc. [1]. La naturaleza altamente irregular de las señales caóticas las hace candidatos naturales para ser analizadas por otras técnicas, entre las que se encuentra el llamado método de descomposición empírica de modos [2] (EMD, por sus siglas en inglés). La idea del método EMD es descomponer una señal temporal como una suma de modos de oscilación de media cero, llamadas funciones intrínsecas de modo (IMF´s, por sus siglas en inglés). Debido a que esta descomposición se hace en el mismo dominio temporal de la señal original, hace del método EMD una herramienta adecuada para obtener una radiografía temporal de la señal e identificar, en principio, características específicas inmersas en ella. En este trabajo se hace una caracterización por el método EMD del proceso de control mediante perturbaciones magnéticas, estáticas y dinámicas, del circuito caótico de Chua. Los resultados muestran que la aplicación del método EMD permite identificar señales IMF asociadas con el cambio dinámico del sistema y con la naturaleza de la perturbación magnética (estática o dinámica). Trabajo apoyado por el programa CIC-UMSNH 2020. 1. T. Kapitaniak, “Chaos for Engineers: Theory, Applications and Control “ (Second Ed., Springer-Verlag, Berlin, Germany, 2000), pp. 120-127. 2. N. E. Huang, et al., The empirical mode decomposition and the Hilbert spectrum for nonlinear and non-stationary time series analysis, Proc. R. Soc. A, Vol. 454, 1998, pp. 903-995.

M1925 **ANALISIS DE DAÑO ESTRUCTURAL EN CABLES USANDO LA ENTROPÍA DE LA TRANSFORMADA WAVELET CONTINUA** *Jorge Isidro Aranda Sánchez(jarandas@umich.mx), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Arturo Baltazar Herrejón* (jarandas@umich.mx), CINVESTAV UNIDAD SALTILLO; *Expositor.*

Los cables multialámbricos se usan ampliamente en estructuras de ingeniería tales como cables de corriente o de soportes de puentes. Éstos están sujetos al medio ambiente, a cargas dinámicas o estáticas que pueden afectar su funcionamiento y hacerlos fallar en sus funciones. La propagación de ondas ultrasónicas es una herramienta potencial en la detección de daños en dichos materiales. El modelado de estas ondas ultrasónicas en cables es difícil debido a la fricción, dispersión acústica, ruido en la señal y conversión de modos. En este trabajo, se usó la propagación de ondas guiadas en un cable de aluminio reforzado con acero con 2.16 cm de diámetro y 1.27 metros de largo. Se generó una señal de tono puro limitado a un pequeño número de ciclos usando un generador de funciones y dos transductores piezoeléctricos de 1 MHZ. Se implementó un algoritmo de transformada wavelet continua en señales de cables con diferente tipo de daño. Se propuso un método de reconocimiento de daño basado en el cálculo de la entropía de la representación wavelet de las señales obtenidas. Para ello se midió la distribución de probabilidad en cada escala de la transformada wavelet continua y se normalizó usando la distribución de probabilidad de la transformada wavelet

completa. El algoritmo usado se basó en la estimación de la entropía de la transformada wavelet continua de la señal recibida y se determinó la correlación entre la extensión del daño y la entropía del sistema. Los resultados muestran que hay una correlación significativa entre la entropía de la transformada wavelet y el grado de daño en el cable.

M1837 **DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICO - QUÍMICOS QUE INFLUYEN EN GERMINACIÓN DE LA FAMILIA CARICACEAE** *Natalia Alzate Acevedo(nalzatea@unal.edu.co), Universidad Nacional de Colombia; Diana Carolina Galvez Coy(dcgalvezc@unal.edu.co), SENA; Elisabeth Restrepo Parra(erestrepopa@unal.edu.co), Universidad Nacional de Colombia; Laura María Echeverry Cardona* (lmecheverryc@unal.edu.co), Universidad Nacional de Colombia; *Expositor.*
Se realizó un análisis físico químico de semillas de la familia Caricaceae, con el fin de aportar en el reconocimiento de las características propias de la germinación relacionadas con las diferencias en la rapidez y dificultad de germinación. Se contó con semillas de dos especies que se agruparon por las diferencias en la dificultad de germinación así, germinación con dificultad media: papaya y semillas con dificultad de germinación alta, papayuela. Para el análisis físico químico de estos materiales se contó con cuatro técnicas de caracterización; espectroscopia de infrarrojo por transformada de Fourier (FTIR) para la detención de grupos funcionales, la composición elemental de la testa de las semillas se determinó mediante espectroscopia dispersiva de rayos x (EDS), en cuanto a la composición total de la muestra se usó el análisis termogravimétrico (TGA) y scanning electron microscopy (SEM) para establecer la morfología. Se encontró que las semillas de esta familia presentan similaridad en cuanto a: grupos funcionales, morfología, composición elemental de la testa y composición del total de la muestra, pero en la especie con rapidez de germinación media se obtuvo un aumento en la composición de agua débilmente unida a la estructura por medio del análisis de TGA, dato congruente con el análisis de grupos funcionales mediante FTIR, considerando esto como el factor responsable de esta condición fisiológica.

M2700 **Teorema de Reciprocidad en la Técnica de Cuatro Puntas** *Manuel Alejandro Casco Galindo* (alejandro.casco.g17@gmail.com), Instituto de Física, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Apdo. Postal J-48, Puebla, Pue., Mexico 72570; Jorge Alberto Polito Lucas(polito@ifuap.buap.mx), Instituto de Física, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Apdo. Postal J-48, Puebla, Pue., Mexico 72570; Francisco Javier Flores Ruiz(fflores@ifuap.buap.mx), CONACYT - Instituto de Física, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Apdo. Postal J-48, Puebla, Pue., Mexico 72570; Ana Lilia González Ronquillo(anagr@ifuap.buap.mx), Instituto de Física, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Apdo. Postal J-48, Puebla, Pue., Mexico 72570; Valentín García Vázquez(lema@ifuap.buap.mx), Instituto de Física, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Apdo. Postal J-48, Puebla, Pue., Mexico 72570; *Expositor.*
Se presenta un estudio de la validez del Teorema de Reciprocidad en la Técnica de Cuatro Puntas. El Teorema de Reciprocidad señala que si se tiene un circuito (lineal e invariante en el tiempo) alimentado por una fuente (ya sea de corriente o de voltaje) y un voltímetro o amperímetro, según sea el caso, la fuente y el medidor se pueden intercambiar de lugar sin provocar variaciones en las mediciones. En este trabajo, se utilizó una fuente de corriente para alimentar el circuito de cuatro puntas, y un nanovoltímetro para realizar mediciones finas de voltaje. Se utilizaron películas delgadas de Niobio como muestras de prueba. Se realizaron primero mediciones de voltaje a temperatura ambiente, la cual se mantuvo contante a 300.00 K usando un controlador de temperatura y bajo condiciones de alto vacío. Posteriormente, se realizaron mediciones en función de la temperatura. En ambos casos, se encontró que el Teorema de Reciprocidad se cumple siempre y cuando se eliminen los voltajes térmicos inducidos por los contactos eléctricos.

M2747 **Efecto del tamaño de partícula en trampas acústicas de campos periódicos** *Jordan Estrada Morales* (jordanem93@gmail.com), Universidad Nacional Autónoma de México; Jhon Fernando Pazos Ospina(jhon.f.pazos@correounivalle.edu.co), Universidad del Valle; Joao Luis Ealo Cuello(joao.ealo@correounivalle.edu.co), Universidad del Valle; Diego Baresch(diego.baresch@u-bordeaux.fr), Université de Bordeaux; Karen Patricia Volke Sepulveda(karen@fisica.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*
Uno de los primeros sistemas de levitación acústica que fueron desarrollados consiste en generar un campo de ondas estacionarias contra-propagantes en dirección vertical. Un cálculo de las fuerzas acústicas en la aproximación de partícula pequeña con respecto a la longitud de onda arroja el resultado de que las posiciones de equilibrio estable, donde pueden ser atrapadas las partículas cuya impedancia acústica es mayor que la del medio, son los nodos de presión acústica. Sin embargo, reportes recientes de experimentos cualitativos muestran que algunas partículas de este tipo pueden ser atrapadas en los antinodos de presión [Crockett, Allen and Rueckner, Wolfgang 2018]. En este trabajo se estudian las fuerzas acústicas en campos ultrasónicos periódicos, incluyendo el caso de ondas contra-propagantes, como función del tamaño de partícula con respecto a la longitud de onda. Para ello se utiliza un modelo basado en el cálculo numérico del tensor de flujo de momento lineal en términos del campo incidente y del campo esparcido, el cual es válido independientemente del tamaño de la partícula y

de sus propiedades acústicas así como las del medio. De esta forma se demuestra que las posiciones de equilibrio estable se pueden situar tanto en los nodos como en los antinodos de presión al variar únicamente el tamaño de la partícula, ya que las fuerzas acústicas exhiben inversiones de signo. A esto le hemos denominado "efecto de tamaño", en analogía con un efecto similar observado en trampas ópticas. Sin embargo, el caso acústico exhibe una riqueza adicional debida a la aparición de resonancias inducidas en la partícula por las vibraciones del medio, que se manifiestan como cambios mucho más abruptos tanto en la magnitud como en el sentido de la fuerza. Se realiza un estudio detallado de este fenómeno para diferentes combinaciones de las propiedades acústicas de la partícula y del medio, así como de la frecuencia del campo, observando que las resonancias pueden aparecer para radios de partículas notablemente más pequeños o grandes. Estos estudios pueden conducir a aplicaciones muy interesantes, ya que la alta sensibilidad presente para ciertos tamaños puede ser usada para la clasificación de partículas, además de que estos campos pueden ser usados para generar patrones de ordenamiento en 2D y 3D.

M2039 **ENTROPÍA E IMAGEN PARA CARACTERIZAR LA MADUREZ DE FRUTOS**
*Gabriel Arroyo Correa* (garroyo@umich.mx), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.*
La técnica del impacto acústico (IA) es método no invasivo utilizado en la industria frutícola con el propósito de cuantificar la firmeza del fruto como parámetro de calidad. En la técnica IA el fruto analizado es impactado por un objeto sólido esférico pequeño, lo que produce vibraciones que son captadas por sensores de sonido colocados cerca de la superficie del fruto. El espectro de Fourier de la señal acústica permite identificar una frecuencia dominante que depende de la madurez del fruto. Mediante la medición de la masa y frecuencia dominante del fruto se puede cuantificar el llamado índice de firmeza (IF), como un parámetro de calidad para estimar la vida de anaquel del fruto. En este trabajo aplicamos un nuevo enfoque basado en el análisis en el dominio del tiempo de las señales de impacto detectadas por dos sensores de sonido, uno colocado en la dirección del impacto y otro a 90 grados con respecto a esta dirección. El enfoque consiste en calcular la evolución temporal de dos parámetros: i) la entropía de Shannon [1] construida en el espacio fase definido por las señales acústicas detectadas por los dos sensores y ii) la imagen asociada al patrón de Lissajous de las dos señales de impacto. Los resultados muestran que a medida que el fruto madura se pueden identificar dos cambios esenciales: i) un incremento de la entropía y ii) variaciones en regiones específicas de la imagen propias del proceso de maduración. 1. C. E. Shannon, A mathematical theory of communication, The Bell System Technical Journal, Vol. 27, 1948, pp. 379-423, 623-656.

M1970 **Estudio de evolución de epidemias usando modelo SIR metapoblacional**
*Jorge Velázquez Castro(jorge.velazquezcastro@correo.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Geraldine Lomeli Ponce* (lomeliponcegeral@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Mario Alan Covarrubias Morales(malancomac@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*
En la actualidad, debido a la gran conectividad de las poblaciones las epidemias de enfermedades transmisibles toman lugar en grandes regiones geográficas. Por tal motivo, las enfermedades afectan zonas con distintos factores sociales y ambientales. La evolución de la enfermedad es por lo tanto no homogénea y compleja. Las redes metapoblacionales han sido una herramienta útil para describir la evolución de epidemias en grandes regiones geográficas. Este tipo de modelos epidemiológicos tienen gran potencial para guiar estrategias de control y prevención. En este trabajo se proponen índices de riesgo basados en un modelo SIR metapoblacional. También se estudia la eficiencia de una estrategia de control basado en los índices propuestos. Este nuevo tipo de índices de riesgo basados en modelos matemáticos permiten extraer medidas resumen que toman en cuenta los potenciales estados futuros y tendencia de la enfermedad y no sólo el estado actual. Esto permite generar mejores estrategias de control que son preventivas y no simplemente reactivas.

M2209 **Modelación matemática computacional del comportamiento del voltaje crítico a distintos tamaños de gotas de cristal líquido en un PDLC**
*Yair Israel De La Cruz Ruíz* (yi.delacruzruiz@ugto.mx), Universidad de Guanajuato; María Concepción García Castañeda(mcgarciaca@ugto.mx), CONACyT-Universidad de Guanajuato; Maury Cuna Georfrey Humberto Israel(israel.maury@ugto.mx), Departamento de Física, División de Ciencias e Ingenierías, Universidad de Guanajuato; Mauricio Ortíz Gutiérrez(mortizg@yahoo.com), Facultad de Fisico-Matematicas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Mario Perez Cortés(mariopc@yahoo.com), Facultad de Ingeniería. Universidad Autónoma de Yucatán; *Expositor.*
Un cristal líquido disperso en un polímero (PDLC), es un material fundamental para la creación de Smart Windows. La distribución de gotas de un cristal líquido en un medio no conductor mejora las propiedades dieléctricas del PDLC que como consecuencia permite observar una respuesta electróptica al someterlo a un campo eléctrico, la problemática con estos dispositivos es el alto voltaje empleado para su funcionamiento. Al reducir el tamaño de gotas del LC en PDLC el voltaje necesario para una respuesta electróptica disminuye, en este trabajo de investigación, se redujo el tamaño de gotas de LC y se determinó el voltaje crítico mediante ecuaciones de torque elástico por unidad de volumen y ecuaciones de torques eléctricos ajustados a gotas del tipo elípticas, el tamaño

de las gotas es controlado por la concentración de un surfactante.

M2740 **Decodificando las variables de estado termodinámicas de los líquidos a partir de su estructura microscópica mediante redes neuronales artificiales** *Silvano Ulices Que Salinas* (feanorkdt@gmail.com), Institudo de física Universidad Autonoma de San Luis Potosí; Alexis Torres Carbajal(alpixels@ifisica.uaslp.mx), Institudo de física Universidad Autonoma de San Luis Potosí; Pedro Ezequiel Ramírez-González(pedro.e.ramirez.g@gmail.com), Institudo de física Universidad Autonoma de San Luis Potosí; *Expositor.*

In this work we implement a machine learning method to decode the thermodynamic state of a liquid using only its microscopic structure provided by the radial distribution function (RDF). The main goal is to predict density, temperature or both at the same time using only the RDF. Such prediction scenarios are the interest cases of this work. The study is conducted around the Lennard-Jones (LJ) fluid, thus, we develop and train a machine learning feed forward artificial neural network (ANN) to address the different cases. In each one, the ANN is trained in a wide range of densities and temperatures, which covers the liquid-vapour coexistence, liquid phase and supercritical states. We show that the ANN predicts thermodynamic state variables with a high degree of accuracy, the overall percentage relative error of each prediction is around 5%. We show that the ANN is a suitable and flexible tool to predict thermodynamic state variables of liquids using only its microscopic structure information.

M2494 **El juego de la vida y su entropía de información** *Jorge Chávez Carlos(jorge.chavez@ciencias.unam.mx), Instituto de Ciencias Físicas UNAM; Yeimi Alejandra Sánchez Bautista* (alejandra55@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias UNAM; *Expositor.*

El juego de la vida creado en 1970 por el matemático John Horton Conway es un autómata celular que evoluciona bajo determinadas leyes [1] las cuales originan patrones dinámicos que pueden denominarse células “vivas” o “muertas”. Este sistema ha generado polémica en la discusión sobre la vida, la teoría computacional y los sistemas complejos, ya que las interpretaciones son muy variadas, así como las variantes con que este sistema se estudia [2] El objetivo de este trabajo es analizar la dinámica discreta generada por el juego “que se juega solo” contemplando dos casos: 1. El universo del juego es cerrado en un plano. 2. El universo del juego es topológicamente correspondiente al de un toro. Con el propósito principal de estudiar la entropía de información o entropía de Shannon dinámica. Los resultados de múltiples simulaciones conjeturan que el sistema “termaliza” [3], es decir, llega a un estado de equilibrio en el que ocurrió disipación dinámica. Si se considera este autómata celular como una máquina de Turing [4], esta maquina preserva leyes termodinámicas en su propia terminología.

***Ciencias de la Tierra***
***Línea (online)***

M2564 **Impacto de la radiación solar en la atmósfera de la Tierra.** *Claudia Rafela Escobedo Galván* (rafelaescobedo1@gmail.com), Universidad Autónoma de Zacatecas; Carla Paola Castro Nieto(carlynieto126@gmail.com), Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos 18, Zacatecas, Instituto Politécnico Nacional.; *Expositor.*
En el presente trabajo mostramos las primeras observaciones realizadas en radio mediante una antena tipo dipolo y un receptor a 20.1MHz, el dispositivo es parte del proyecto de divulgación RadioJOVE de la NASA. Las antenas se encuentran dentro de las instalaciones del CECyT 18 Zacatecas, desde Enero del año 2019. Gracias al apoyo de la institución, el equipo ha estado recibiendo continuamente información acerca de la variación de la intensidad de radiación a una frecuencia de 20.1MHz. Gracias a esto, se analizaron 3 meses de monitoreo continuo ininterrumpido, de los cuales se pudo observar los efectos de la última tormenta solar del ciclo 24. Así mismo, se logró observar una clara diferencia en la intensidad de radiación durante el día y durante la noche, una característica propia de la ionosfera, además, de que el tiempo en el cual ocurre este cambio de intensidad, es muy corto. Este proyecto nos permitirá, a largo plazo, poder caracterizar el siguiente ciclo solar 25, así como, y poder caracterizar el impacto que tiene sobre la atmósfera de la Tierra.

M2602 **Transferencia de Energía del ion de Transición (Mn) al ion Lantánido (Tb) en una matriz de $Zn_3(PO_4)_2$".** *Frida Lissete Flores Rivera* (frida.rivera29@gmail.com), Universidad Autónoma Metropolitana; Dulce Yolotzin Medina Velazques(dyolotzin@azc.uam.mx), Universidad Autónoma Metropolitana; Gabriela Verenice Arredondo Martínez(gaby.vam@hotmail.com), Universidad Autónoma Metropolitana; César López Monsalvo(cslm@azc.uam.mx), Universidad Autónoma Metropolitana; Christian Perez Carrasco(christian.perezc96@gmail.com), Universidad Autónoma Metropolitana; *Expositor.*
Los vidrios de Fosfato se utilizan como material óptico con propiedades no lineales;recientemente, el Fosfato de Zinc es considerado como un sustrato activo para uso en láseres de guía de onda y amplificadores. Por lo anterior, se pretende sintetizar y caracterizar vidrios de Fosfato de Zinc mediante la técnica de fundición. Estos serán dopados con iones Terbio-$Tb^3$+(Sensibilizadores) y Manganeso-$Mn^2$+(activadores) a distintas concentraciones, cuando estos se encuentran como impurezas dentro de una matriz, que, en este caso, es amorfa, producen luminiscencia en el espectro visible. Los iones de Terbio se introducen con la intención de incrementar la emisión original del Manganeso a través de procesos de transferencia de energía. La caracterización de las propiedades luminiscentes, y los procesos de transferencia, serán evaluados mediante las técnicas de espectroscopia fotoluminiscente y de vidas medias de estados excitados. Para llevar a cabo nuestra metodología se pesaron cantidades estequiométricas de los precursores a fin de obtener 5 gramos de Fosfato de Zinc y después de una largo tratamiento térmico a 1100°C el vidrio formado se colocó en una mufla a 400°C y se fue bajando su temperatura hasta un temperatura ambiente durante un tiempo de 24hrs,para a su vez caracterizar por espectroscopia de excitación y emisión luminiscente. Se demostró que es posible incrementar la emisión original del manganeso teniendo la emisión más alta a la concentración de 10%, y para el Terbio se identifica en cada espectro de Emisión la banda verde(542nm) que es asociada a la transición $^5D_4 -^7 F_5$.

M2611 **Análisis estructural y luminiscente de redes metal orgánicas de tenoltrifluoroacetona tridopadas con tierras raras.** *Frida Lissete Flores Rivera* (frida.rivera29@gmail.com), Universidad Autónoma Metropolitana; Dulce Yolotzin Medina Velazques(dyolotzin@azc.uam.mx), Universidad Autónoma Metropolitana; Christian Perez Carrasco(christian.perezc96@gmail.com), Universidad Autónoma Metropolitana; Elizabeth Garfias Garcia(elgg@azc.uam.mx), Universidad Autónoma Metropolitana; César López Monsalvo(cslm@azc.uam.mx), Universidad Autónoma Metropolitana; *Expositor.*
Los iones lantánidos unidos con ligandos orgánicos como el Tenoltrifluoroacetona (TTA) ofrecen un gran potencial en el área óptica, sin embrago, la investigación en síntesis y propiedades del lantánido, las estructuras luminiscentes de metal orgánico (LMOF) se limitan a un solo ión de tierras raras lo cual limita sus propiedades y rendimiento a la emisión monocromática. En este trabajo se reportan los resultados de DRX, FTIR, MEB y EDS, y luminiscencia de las síntesis exitosas de Tenoltrifluoroacetona dopado con tierras raras de Europio, Terbio y Disprosio a la misma red metal orgánica a temperatura ambiente haciendo una reacción en un recipiente con los nitratos de los lantánidos y precursores de Tenoltrifluoroacetona. También se realizó la comparación entre las síntesis dopadas individualmente con los centros de tierras raras como centros activadores luminiscentes al ligando orgánico TTA y la síntesis dopada con los tres centros metálicos. A partir de los estudios de

DRX y FTIR, se encontró que las estructuras cristalinas son similares para cada una de las síntesis.

M2777 **Impacto en las significancias de las características básicas de los SSW al comparar modelos del CMIP5 con datos de reanálisis en periodos pre-satelital y pos-satelital** *Victor Manuel Chávez Pérez(vm.chavez.p@uvigo.es), Universidad de Vigo; Daniela Sarahí Cervantes Mercado* (daniela.cervantes@alumnos.udg.mx), Universidad de Guadalajara; Citlalli Almaguer Gómez(citlalli.almaguer@academicos.udg.mx), Universidad de Guadalajara; *Expositor.*
Este estudio evalúa la capacidad de reproducción de algunas características básicas de la dinámica de los calentamientos súbitos estratosféricos (SSW) en los modelos de altura estratosférica del Coupled Model Intercomparison Project Phase 5 (CMIP5), analizando las simulaciones históricas y siendo comparadas para su validación con tres bases de datos de reanálisis. Se comparan simultáneamente los resultados del modelo con dos periodos diferentes de tiempo, uno que incluye el periodo previo al uso de datos satelitáles (2058-2005) y otro que solo incluye el periodo satelital (1979.2005). Los resultados muestran una importante variabilidad dependiente de la elección del periodo que puede llegar a causar un desvío en el rumbo de las investigaciones. Con mayor cantidad características básicas significativamente iguales entre los modelos y los reanálisis al comparar con el periodo satelital. El análisis de los SSW sugiere privilegiar el uso de los modelos CMCC-CMS, IPSL-CM5A-LR and IPSL-CM5A-MR, para el estudio de los SSW ya que los modelos analizados presentan una mayor capacidad para reproducir las características básicas de la dinámica de los SSW.

M1875 **AzTEC: Mapas TEC Cercanos a Tiempo Real en México** *Juan Jose D'Aquino Bautista* (jdxaquino@inaoe.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica, Grupo Interdisciplinario de Cómputo Científico; Victor De La Luz(vdelaluz@enesmorelia.unam.mx), Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad Morelia, Grupo Interdisciplinario de Cómputo Científico, Universidad Nacional Autónoma de México; Miguel Chávez Dagostino(mchavez@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; Juan Américo Gonzáles Esparza(americo@igeofisica.unam.mx), Laboratorio Nacional de Clima Espacial, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*
En este proyecto, se presenta la primer metodología que caracteriza y valida los Mapas TEC generados durante dos años por AzTEC, el primer producto de Clima Espacial que crea mapas con las condiciones ionosféricas cercano a Tiempo Real sobre el territorio mexicano, con datos observacionales en Tiempo Real provenientes de la red de estaciones GPS del Servicio Sismológico Nacional y de TLALOCNet; analizando el comportamiento del TEC en los más de 40,600 mapas y obteniendo sus valores estadísticos para determinar el impacto de los valores del TEC, debido a cambios en la resolución espacial de la malla de vértices del código MAGIC, un poderoso modelo computacional que usa el algoritmo del Filtro de Kalman y un modelo empírico de la Ionósfera para crear en lapsos de 15 minutos, un Mapa TEC con las condiciones actuales de la Ionósfera sobre México.

M2496 **Estimación del tiempo de exposición solar para generar pre-vitamina D en la piel en Rosario, Argentina.** *Montserrat Dávalos* (montdavalos@gmail.com), Instituto de Física Rosario, CONICET-UNR; Adriana Ipiña(iphadra@gmail.com), Instituto de Física Rosario, CONICET-UNR; Rubén Piacentini(ruben.piacentini@gmail.com), Instituto de Física Rosario, CONICET-UNR; *Expositor.*
La pre-vitamina D se genera naturalmente en la piel cuando ésta es irradiada por energía solar ultravioleta. Sin embargo, exceder considerablemente el tiempo de exposición para generar esta vitamina, puede llevar a la aparición de eritema, quemadura solar e incluso cáncer de piel. En este estudio se calculó la irradiancia solar efectiva de pre-vitamina D empleando el modelo TUV y las mediciones de índice UV de la Estación Meteorológica Davis ubicada en el Instituto de Física Rosario (Argentina). Para una exposición del 25% del cuerpo (cara, cuello y brazos) se utilizaron como referencias la dosis mínima 136 $J/m^2$ para generar la pre-vitamina D y como dosis máxima 250 $J/m^2$ para eritema en la piel. Los resultados obtenidos muestran que en los equinoccios de otoño y primavera del hemisferio sur, se necesitan 6 y 7 minutos para alcanzar la dosis mínima de pre-vitamina D, mientras que el enrojecimiento en la piel comienza a los 20 y 25 minutos de exposición, respectivamente. Se discute la variación de los tiempos de exposición solar para acumular la dosis mínima de pre-vitamina D en contraste con los resultados obtenidos mediante los factores propuestos por la CIE a partir del índice UV.

M2139 **Estudio de la Vulnerabilidad de la Red Eléctrica Nacional ante Tormentas Geomagnéticas: Laboratorio Nacional de Clima Espacial** *Ramón Caraballo* (rcaraballo@igeofisica.unam.mx), Instituto de Geofísica Unidad Morelia (UNAM); Juan Américo González Esparza(americo@igeofisica.unam.mx), Laboratorio Nacional de Clima Espacial, Instituto de Geofísica, UNAM; María Sergeeva(maria.a.sergeeva@gmail.com), Laboratorio Nacional de Clima Espacial, Instituto de Geofísica, UNAM; Carlos Ramírez Pacheco(crppee@gmail.com), Gerencia de Ingenieria Especializada, Comisión Federal de Electricidad; *Expositor.*
Las corrientes geomagnéticamente inducidas (GIC) son una de las manifestaciones más estudiadas del clima espacial a nivel del suelo. Se han observado desde

el siglo XIX, primero en las líneas de telégrafo en América del Norte y Europa, luego en las redes eléctricas, tuberías y cables transatlánticos durante el siglo XX. Inicialmente, sus efectos permanecieron confinados a las regiones aurorales, donde la presencia de grandes corrientes ionosféricas favoreció su aparición. A lo largo del siglo XX, las redes de conductores se han extendido por la superficie del planeta a un ritmo creciente. A medida que aumenta el grado de interconexión entre las redes de energía y tuberías, el GIC aumentó su intensidad e influencia geográfica convirtiéndose en un efecto no despreciable incluso en países de baja y media latitud, como Sudáfrica y Nueva Zelanda, donde han causado fallos de funcionamiento que condujeron a un extenso funcionamiento apagones. Estos hechos dieron lugar a una creciente preocupación en muchos países sobre el posible daño que pueden causar a las redes de energía integradas modernas y sus consecuentes consecuencias sociales y económicas. En este sentido, varios países se han unido para crear consorcios y centros de previsión a fin de estudiar y evaluar las amenazas causadas por el clima espacial. En México, los efectos del clima espacial se incluyeron en la Ley de Protección Civil desde 2014 y luego se crearon el Laboratorio Nacional de Clima Espacial (LANCE) y los Servicios Mexicanos de Clima Espacial (SCIESMEX). Después de una colaboración desarrollada entre la Comisión Federal de Gestión de Ingeniería Eléctrica Especializada, el principal operador eléctrico de México, y el Laboratorio Nacional de Clima Espacial (LANCE). En 2018 comenzamos el estudio y modelado de corrientes geomagnéticamente inducidas (GIC) en la red de 400 kV del Sistema Eléctrico Nacional de México (SEN). En febrero de 2019, se instaló un primer sensor GIC en el neutro del banco de transformadores de 400 kV en una subestación ubicada cerca de Querétaro. Este estudio, además de ser pionero en México, es actualmente único en América Latina. En el presente trabajo, presentamos las primeras estimaciones de GIC realizadas para la red eléctrica de 400 kV y algunas comparaciones con los datos medidos. La comparación muestra similitudes para los niveles de actividad geomagnética registrados, pero también diferencias que pueden explicarse en función de la simplicidad del modelo numérico inicial y de los valores de entrada sugeridos para él. Aunque los niveles de actividad geomagnética registrados durante el período de medición son mínimos, la intensidad de la medición de GIC es significativa, lo que nos da una guía específica de que su intensidad puede ser significativa en un escenario de fuertes perturbaciones geomagnéticas.

Palabras clave: clima espacial, corrientes geomagnéticamente inducidas, redes eléctricas

M2544 **ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE LA ESTABILIDAD DE UNA PRESA MEDIANTE MODELADO POR ELEMENTO FINITO** *David Isac López Baca* (al156923@uacj.mx), UNIVERSIDAD AUTONOMA DE CIUDAD JUAREZ; Vicente Saucedo González(al156612@uacj.mx), UNIVERSIDAD AUTONOMA DE CIUDAD JUAREZ; Oscar Sotero Dena Ornelas(oornelas@uacj.mx), UNIVERSIDAD AUTONOMA DE CIUDAD JUAREZ; Abdiel Ramirez Reyes(abdiel.ramirez@uacj.mx), UNIVERSIDAD AUTONOMA DE CIUDAD JUAREZ; *Expositor.*

El estudio y simulación del comportamiento físico de suelos es fundamental para analizar su estabilidad en pendientes, deformaciones terrestres, y transferencia de calor y masas. Estos conocimientos pueden ayudan a proponer técnicas o estrategias que pueden ayudar a prevenir deslaves o inundaciones en zonas urbanas. En este estudio se analizó la estabilidad de una presa que se está planeando construir en la desembocadura del Arroyo de las Víboras en Ciudad Juárez, Chihuahua que tiene la finalidad de prevenir inundaciones que suceden en épocas de lluvias en el lugar mencionado. El análisis del estudio es mediante un modelo computacional que comprende distintos escenarios de riesgo, la tipología de inestabilidades y sus bases físicas y matemáticas, basada principalmente en análisis por elemento finito. También se realiza un modelo de la presa propuesta en diversas situaciones: presa llena, presa vacía, presa de vaciado rápido y con sismo para esto se utiliza el software GeoStudio® donde se analiza el comportamiento de la presa y se llegó a la conclusión de que, aunque en la mayoría de los escenarios es deseable y óptimo para su construcción es necesario modificar la estructura de la presa, pues es de vital importancia que el factor de seguridad no solo sea mayor que 1, acorde a las normatividades vigentes, cumpliendo así con la finalidad de este proyecto. Se discuten los resultados y se da una perspectiva del trabajo para la realización próxima de esta presa.

M2500 **Desarrollo de la plataforma "TES para tu salud" que determina los Tiempos de Exposición Solar adecuados para el tratamiento de Psoriasis en la Ciudad de México** *Gamaliel López-Padilla* (giovannilopez9808@gmail.com), Universidad Autónoma de Nuevo León; Adriana Ipiña(iphadra@gmail.com), Instituto de Física Rosario; Rubén Piacentini(ruben.piacentini@gmail.com), Instituto de Física Rosario; *Expositor.*

Los tratamientos de Psoriasis emplean radiación artificial UV. Esta modalidad es la más utilizada en los centros médicos, donde se aplican las dosis UVA: 1, 1.5, 2 y 3 J/m$^2$ en la piel de los pacientes afectada por Psoriasis. En el presente trabajo se analiza la radiación solar UVA en diferentes condiciones de cielo (despejado, medio nublado y completamente nublado) en la Ciudad de México, a fin de estimar los Tiempos de Exposición Solar (TES) para acumular las dosis UVA recomendadas por especialistas en Dermatología. Extender este tratamiento para que pueda llevarse a cabo en casa, se adapta a la nueva

realidad causada por el virus SARS-CoV-2 en la que se busca disminuir el riesgo de contagio evitando en lo posible concurrir a los espacios públicos. Con este propósito se desarrolló una plataforma supervisada por especialistas del Centro Dermatológico Pascua de la Ciudad de México, la cual por medio de una página web le indica al paciente los TES acordes a su tratamiento. Considerando los fototipos de piel de la clasificación Fitzpatrick, también se calcula el tiempo máximo de exposición para acumular 1 MED como límite para evitar quemaduras. Esta herramienta se basa en mediciones de irradiancia solar UVA y eritémica (en el periodo 2016-2018) de la Secretaria del Medio Ambiente de la Ciudad de México.

M2433 **Evidencias sedimentarias de tsunamis prehistóricos en la costa de Oaxaca** *Alaíde Selene Cruz López* (alaide.selene@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; María Teresa Ramírez Herrera(ramirezh1999@gmail.com), Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México; Néstor Corona Morales(corona@colmich.edu.mx), Centro de Estudios de Geografía Humana, El colegio de Michoacán.; Donají Xochitl Cruz López(xochitl.cruz@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

Las evidencias sedimentarias depositadas por antiguos tsunamis en la costa o en zonas marinas someras, aportan información en la evaluación de sismos y tsunamis recientes, proporcionando nociones de ciclicidad y los límites de inundación de grandes tsunamis.

Este estudio tiene como objetivo la búsqueda de evidencias sedimentarias de sismos y de sus tsunamis en la costa de Oaxaca, utilizando enfoques multiproxy que integra geomorfología, estratigrafía, microfósiles, fechamiento y sedimentología.

La costa del Pacífico Mexicano es tectónicamente activa, donde en tiempos prehistóricos se han presentado terremotos de magnitudes mayores o iguales a 6.5 (Ms 6.5), algunos de estos acompañados de tsunamis .

Los estudios de evidencias sedimentarias realizadas al norte de la costa de Oaxaca proponen cambios repentinos en ambientes tanto terrestres y marinos. Se realizó una trinchera de 12 m de longitud en zona de marisma, se obtuvo un testigo de 92 cm y un núcleo de 92 cm. Se obtuvieron resultados sobre la estratigrafía, granulométricos y micropaleontología.

Se realizó un transecto perpendicular a la línea de costa (mar- tierra adentro) dirección hacia la trinchera, cubriendo una distancia de 2 Km. Se describieron 12 pozos estratigráficamente, observando cambios repentinos en los ambientes.

M2214 **Caracaterización de las propiedades eléctricas de una biobatería a base de melanina** *Karla Paola Guzmán Vázquez* (ingelectronica.27@gmail.com), Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez; Agustino Martínez Antonio(agustino.martinez@cinvestav.mx), CINVESTAV-Irapuato; Jorge Luis Camas Anzueto(jcamas@ittg.edu.mx), Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez; *Expositor.*

En este trabajo se presentan resultados preliminares de la caracterización de las propiedades eléctricas de una biobatería. Se ha encontrato que la melanina contribuye a la generación de energía eléctrica en forma estable con un voltaje arriba de 1.5 Volts. Se han caracterizado difeerntes concentraciones en melanina disuelto en hidróxido de potasio para encontrar resultados óptimos.

M2177 **Nueva red de estaciones de sondeo ionosférico en México** *María Sergeeva* (maria.a.sergeeva@gmail.com), Laboratorio Nacional de Clima Espacial, Instituto de Geofisica, Unidad Michoacan, Universidad Nacional Autonoma de Mexico; Juan Américo González Esparza(americo@igeofisica.unam.mx), Laboratorio Nacional de Clima Espacial, Instituto de Geofísica, UNAM; Víctor José Gatica Acevedo(vgaticaa1300@alumno.ipn.mx), Instituto Politecnico Nacional; Mario Rodriguez Martinez(mrodriguez@enesmorelia.unam.mx), Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad Morelia, Universidad Nacional Autonoma de Mexico; Esmeralda Romero Hernández(esmeralda.romerohdz@uanl.edu.mx), Laboratorio Nacional de Clima Espacial, Facultad de Ciencias Fisico-Matematicas, Universidad Autonoma de Nuevo Leon; Pedro Corona Romero(piter.cr@gmail.com), Laboratorio Nacional de Clima Espacial, Instituto de Geofisica, Unidad Michoacan, Universidad Nacional Autonoma de Mexico; Isaac David Orrala Legorreta(isaac-leg4@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autonoma de Mexico; *Expositor.*

La ionosfera es una parte de la atmosfera alta de la Tierra, donde junto con las particulas neutras, se encuentran partículas cargadas: iones y electrones. La mayor parte del tiempo la ionosfera está en un estado de calma. Pero las tormentas de Clima Espacial provocan cambios de su estructura. En su momento, estos cambios pueden afectar la operación de los sistemas de navegación, de comunicación por radio, de sistemas de posicionamiento global, etc. Por lo tanto, conocer el estado actual de la ionosfera es una de las tareas más importantes para el funcionamiento seguro de diversos sistemas de base tecnológica. Inclusive cuando está en calma, la ionosfera es diferente en distintas latitudes y longitudes. Un diagnóstico confiable de su estado sobre el territorio nacional es fundamental. Con objetivo de realizar sondeo ionosférico oblicuo, el Laboratorio Nacional de Clima Espacial (LANCE) desarrolla una nueva red de ionosondas. El proyecto ofrece oportunidades de participación para estudiantes de diferentes niveles. Buscamos caracterizar desde el punto de vista físico

las tendencias y peculiaridades del comportamiento ionosférico y condiciones de propagación de radio sobre México. Además, los sondeos de distancias largas permiten analizar las condiciones de propagación de radio entre diferentes partes del mundo. En este trabajo reportamos los resultados de análisis de los primeros experimentos del sondeo ionosférico realizado con ionosondas chirp en México.

M2129 **Red Nacional de Estaciones Geomagnéticas**
*Pedro Corona Romero* (piter.cr@gmail.com), LANCE/IGF-UNAM; Esmeralda Romero Hernández(esmeraldaromerohdz@uanl.edu.mx), LANCE/FCFM-UANL; Ramón Caraballo(jolinar35@gmail.com), Posgrado en Ciencias de la Tierra/IGF-UNAM; Juan Américo González Esparza(americo@igeofisica.unam.mx), LANCE/IGF-UNAM; María Sergeeva(maria.a.sergeeva@gmail.com), LANCE/IGF-UNAM; Ernesto Aguilar Rodríguez(ernesto@igeofisica.unam.mx), LANCE/IGF-UNAM; Jose Juan Gonzalez Aviles(jjgonzalez@igeofisica.unam.mx), LANCE/IGF-UNAM; Julio Cesar Mejia Ambriz(jcmejia@geofisica.unam.mx), LANCE/IGF-UNAM; Luis Xavier Gonzalez Mendez(xavier@igeofisica.unam.mx), LANCE/IGF-UNAM; *Expositor.*
El campo magnético brinda información fundamental para una variedad de estudios y aplicaciones geofísicas. En el caso particular del Clima Espacial, las manifestaciones regionales del campo magnético resultan indispensables, por ejemplo, en el caso de tormentas geomagnéticas o de corrientes geomagnéticamente inducidas. Por este motivo, el Laboratorio Nacional de Clima Espacial (LANCE), en colaboración con el Servicio Magnético (SM), ambos del Instituto de Geofísica (IGF) de la UNAM, se han fijado el objetivo de desarrollar una red nacional de estaciones magnéticas en México. En la actualidad, el SM cuenta con el Observatorio Magnético de Teoloyucan, ubicado en el centro del país. Sin embargo, en el mediano plazo, se espera contar con cinco estaciones geomagnéticas adicionales distribuidas en nuestro país. En este trabajo presentamos el plan para lograrlo.

M2081 **Modelación de patrones de vegetación con ecuaciones no lineales utilizando los modelos Hardenberg y Lefever** *Rebeca Franco Reyes* (rebeca.francor@alumno.buap.mx), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Ricardo Agustín Serrano(ragustin@fcfm.buap.mx), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Marco Antonio Morales Sánchez(spinor70@yahoo.com.mx), Facultad de Ingeniería Química, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*
En este trabajo de investigación se estudió analítica y numéricamente un modelo matemático propuesto a partir de los modelos de Hardenberg y Lefever, el cual describe la distribución vegetal de biomasa dando así una forma de entender la formación de patrones de vegetación. Este modelo es un sistema de reacción – difusión - advección que consta de un sistema de ecuaciones diferencial parcial no-lineal en el cual las variables del sistema son la densidad de la distribución de biomasa y la humedad. Se muestran resultados que dan a conocer si los ecosistemas tienen formación de vegetación o si se acercan a la desertificación. Esto pretende investigar los escenarios climáticos futuros a partir de los parámetros de control del modelo propuesto.

M2068 **Soluciones analíticas para describir procesos físicos relacionados con el ingreso de un objeto a la atmósfera terrestre** *Raúl Gutiérrez Zalapa* (raulfismat@gmail.com), Posgrado en Ciencias de la Tierra-Universidad Nacional Autónoma de México; Mario Rodríguez Martínez(mrodriguez@enesmorelia.unam.mx), Escuela Nacional de Estudios Superiores Morelia-Universidad Nacional Autónoma de México; Joaquín Estevez Delgado(fismatumsnh@hotmail.com), Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas-Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; María Sergeeva(maria.a.sergeeva@gmail.com), Instituto de Geofísica Unidad Michoacán-Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*
Para modelar el fenómeno físico del paso de un Near Earth Object (NEO u Objeto Cercano a la Tierra, por sus siglas en inglés) por la atmósfera terrestre, se puede hacer resolviendo un sistema de 5 ecuaciones que relacionan la tasa de cambio de la masa, velocidad, ángulo de vuelo una parametrización de altura y el valor g de la gravedad. En este trabajo se presenta un análisis al sistema de ecuaciones diferenciales en el que se asume que la tasa de cambio relacionada con el ángulo de vuelo es nula, así como que el objeto es esférico. De donde hemos obtenido un par de soluciones analíticas acerca de la masa y la velocidad del objeto en función de la altura de vuelo que nos han permitido hacer un estudio gráfico del comportamiento de éstas.

M1938 **Un método de extracción de características para el reconocimiento de señales sísmicas** *Carlos Ramírez Piña* (carlos.ramz.pina@gmail.com), Universidad Autónoma del Estado de México; Gerardo León Soto(gleon.soto@gmail.com), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; José Antonio Hernández Servín(xoseahernandez@gmail.com), Universidad Autónoma del Estado de México; Roberto Arceo Reyes(roberto.arceo@unach.mx), Universidad Autónoma de Chiapas; Christian Rene Escudero Ayala(christian.escudero@cuc.udg.mx), Universidad de Guadalajara; *Expositor.*
Se presenta un esquema de extracción de características para el desafiante problema del reconocimiento de eventos sísmicos de baja magnitud. Es un modelo que involucra las ideas básicas de la transformada wavelet, de la técnica de zonas y atributos sísmicos para definir los vectores de características con propiedades estadísticas y geométricas

de cada señal. El objetivo de superar algunas limitaciones provenientes de procesos de selección manual, produciendo así una mejora en la tasa de reconocimiento y construcción de catálogos sísmicos. Por lo tanto, en la era de los grandes datos, es necesario un método de reconocimiento y clasificación automáticos rápidos, eficientes y universales de las formas de señales sísmicas. Un algoritmo de reconocimiento y clasificación bien realizado debe ser sensible a eventos pequeños y débiles con varias formas de onda, robusto al ruido de fondo y señales no sísmicas.

M2179 **Dependencia latitudinal del espesor equivalente de la ionosfera durante tormentas de Clima Espacial.** *Víctor José Gatica Acevedo* (vgaticaa1300@alumno.ipn.mx), Instituto Politécnico Nacional; Olga Maltseva(mal@ip.rsu.ru), Institute for Physics, Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia; María Sergeeva(maria.a.sergeeva@gmail.com), Laboratorio Nacional de Clima Espacial, Instituto de Geofísica, Unidad Michoacán, Universidad Nacional Autónoma de México; Juan Américo González Esparza(americo@igeofisica.unam.mx), Laboratorio Nacional de Clima Espacial, Instituto de Geofísica, UNAM; *Expositor.*
El Clima Espacial afecta a la ionosfera terrestre cuyo estado determina el funcionamiento de muchos sistemas tecnológicos. La respuesta de la ionosfera a las perturbaciones de Clima Espacial depende de la latitud. Los parámetros ionosféricos más utilizados son la frecuencia crítica foF2 (medida por ionosondas) y el contenido total de electrones TEC (medido con base de la señal GNSS). A nivel mundial, las redes de ionosondas son mucho menos desplegadas que las redes de receptores GNSS. Existen métodos para determinar foF2 a partir del TEC. En este trabajo, se propone utilizar la mediana experimental del espesor equivalente de la ionosfera $\tau$(med) para determinar foF2. La reacción de la ionosfera a las tormentas de Clima Espacial puede ser muy diferente en distintos sectores longitudinales. Se tomó en consideración el meridiano 290° E (70° W) cerca del cual se encuentran 4 ionosondas. Para obtener los valores de TEC se utilizaron mapas globales. Se construyó la dependencia latitudinal de $\tau$(med) a partir de estos datos para estudiar la respuesta de TEC y foF2 a las perturbaciones de Clima Espacial, asociadas con diferentes estructuras del viento solar. Eso permitió detectar el comportamiento característico de los parámetros ionosféricos.

M2092 **Curvas de dispersión de ondas Rayleigh en la placa del Caribe usando análisis de filtro múltiple** *Luis De Jesús Inda Esparza* (luisindae@hotmail.com), Universidad Autónoma de Chiapas; Luis Martín Sandoval Magallanes(lsandovalm@yahoo.com), Universidad Autónoma de Chiapas; Gerardo León Soto(gleon.soto@gmail.com), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Roberto Arceo Reyes(roberto.arceo@unach.mx), Universidad Autónoma de Chiapas; *Expositor.*
Las curvas de dispersión mostradas en este trabajo se obtuvieron con datos de sismogramas de banda ancha disponibles públicamente en "Incorporated Research Institutions for Seismology" (IRIS), para el análisis de filtro múltiple se utilizó un filtro pasa banda Butterworth de sexto orden con diferentes anchos de banda centrados a diferentes periodos en el programa "Seismic Analysis Code" (SAC). La placa tectónica del Caribe tiene una superficie aproximada de 3.2 millones de kilómetros cuadrados, incluye una parte continental donde se encuentran algunos países de Centroamérica y algunas islas, así como una extensa sección de placa oceánica. Parte del gran interés que suscita esta zona se debe a peculiaridades geofísicas tales como su elevada sismicidad, la escarpada batimetría y sus peculiares anomalías gravimétricas.

M2796 **Impacto en la frecuencia de ocurrencia de los Calentamientos Súbitos Estratosféricos principales en distintos escenarios de cambio climático usando CMIP5** *Citlalli Almaguer Gómez(citlalli.almaguer@academicos.udg.mx), Universidad de Guadalajara; Daniel Alejandro Ortiz Aguirre* (daoaaoad92@gmail.com), Universidad de Guadalajara; Victor Manuel Chávez Pérez(vm.chavez.p@uvigo.es), Universidad de Vigo; *Expositor.*
En este trabajo se analiza la variación en la ocurrencia de los calentamientos súbitos estratosféricos principales (SSWs) bajo distintos escenarios de cambio climático usando las salidas de los modelos del Coupled Model Intercomparison Project Phase 5 (CMIP5). Los 3 modelos seleccionados para este trabajo fueron evaluados en un estudio alterno usando las salidas históricas de los 14 modelos que incluyen la estratosfera, demostrando ser los que cuentan con una mejor capacidad para reproducir las características básicas de los SSWs. Las características analizadas son: la frecuencia de ocurrencia anual, duración por evento, desaceleración del vórtice durante los SSWs, la relación entre los tipos de SSWs y la temperatura en la capa polar durante los SSWs. Los resultados nos muestran si existen o no, cambios significativamente diferentes en la frecuencia de ocurrencia de los SSWs en cada uno de los escenarios analizados con respecto del periodo histórico.

M2921 **Análisis del $PM_{10}$ medido y el $AOD_{550nm}$ estimado a partir de las mediciones de irradiancia solar VIS-NIR en el Área Metropolitana de Monterrey** *Gamaliel López-Padilla* (giovannilopez9808@gmail.com), Universidad Autónoma de Nuevo León; Adriana Ipiña(iphadra@gmail.com), Instituto de Física Rosario; Constanza Zuñiga Villareal(constanzazuu@gmail.com), Universidad Autónoma de Nuevo León; Rubén Piacentini(ruben.piacentini@gmail.com), Instituto de Física Rosario; *Expositor.*

La profundidad óptica de aerosol a 550nm ($AOD_{550nm}$)ces una medida empleada para conocer la cantidad de partículas suspendidas en la atmósfera, desde una dada altura hasta la superficie terrestre. El material particulado de tamaño menor o igual a 10 micrómetros se denomina $PM_{10}$ y su concentración es medida a nivel del suelo. Estas partículas interactúan con la radiación solar causando efectos de dispersión y absorción provocando así una disminución de intensidad con respecto a la original. Con la ayuda del modelo SMARTS (Simple Model of the Atmospheric Radiative Transfer of Sunshine) y mediciones de irradiancia solar VIS-NIR (400nm-1100nm) del Sistema Integral de Monitoreo Ambiental del Estado de Nuevo León, se calculó el $AOD_{550nm}$ para días de cielo despejado en el periodo 2016-2019. Estos resultados fueron comparados con mediciones de $PM_{10}$ realizadas por diferentes estaciones meteorológicas en el Área Metropolitana de Monterrey.

M2276 **Sondeo ionosférico** *Juan Américo González Esparza(americo@igeofisica.unam.mx), Laboratorio Nacional de Clima Espacial, Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autonoma de Mexico; María Sergeeva(maria.a.sergeeva@gmail.com), Laboratorio Nacional de Clima Espacial, Instituto de Geofisica, Unidad Michoacan, Universidad Nacional Autonoma de Mexico; Isaac David Orrala Legorreta* (isaac-leg4@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*
La ionosfera es la región de la atmosfera alta de la Tierra en donde están presentes altas concentraciones de electrones libres e iones, conformando un plasma. Esta inicia a partir de los 50-80 km de altitud y se extiende hasta la magnetosfera. Es importante estudiar y vigilar continuamente a la ionosfera, principalmente porque las perturbaciones ionosféricas pueden desencadenar en afectaciones serias en la operación de la infraestructura de base tecnológica. La vigilancia necesaria se puede realizar empleando datos obtenidos a través de diferentes métodos basados tanto en tierra y/o de base espacial. El sondeo ionosférico es uno de los métodos más importantes. A partir de la emisión de señales RF y su recepción desde estaciones base instaladas en tierra, se obtiene información en formato de ionogramas, que reportan diferentes parámetros ionosféricos: frecuencias críticas, alturas máximas de capas ionosféricas, tiempos de retardo de las señales RF, etcétera. Con estos parámetros, es posible realizar análisis referente a la densidad electrónica de las distintas capas, variaciones en sus altitudes, la presencia de algunas perturbaciones e identificar otros rasgos característicos de la ionosfera. Este trabajo presenta los principios de dos tipos principales del sondeo ionosférico - vertical y oblicuo/inclinado.

M2193 **Fluorímetro portátil de bajo costo para la identificación de clorofila en muestras de agua.** *Alfonso David Rios Salgado* (alfonsod.rioss@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Fernando Angeles Uribe(angel@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México; Luis Alberto Ramirez Bermudez(laram@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Diana Laura Díaz García(diana.diaz@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*
La fluorescencia de la clorofila es una herramienta para evaluar el estado fotosintético y detectar cambios fisiológicos y ambientales de las plantas ya que estas aprovechan solo una parte de la radiación absorbida para realizar la fotosíntesis, el exceso de energía es disipado como calor, o bien se puede remitir en forma de fluorescencia, por lo que cualquier cosa que afecte a la fotosíntesis afectará a la emisión de fluorescencia de la clorofila. En la actualidad la limitante de los laboratorios de docencia es el elevado costo de un fluorímetro comercial por lo que el presente trabajo expone el desarrollo de un sistema de bajo costo basado en el uso de un LED de 3W, con emisión del orden de los 460nm, un arreglo de fotodiodos para captar la fluorescencia emitida por la clorofila y un microcontrolador MPS430G2553 de Texas Instruments que permitirá determinar la presencia de clorofila y almacenar los datos en una tarjeta SD para su posterior análisis. Agradecemos a la Coord. de Ciencias de la Tierra, al Dpto. de Física y al Taller de Control y Electrónica de la Fac, de Ciencias, UNAM, el apoyo facilitado para la realización y exposición del presente trabajo.

M2194 **Sistema automático para hacer valoraciones volumétricas** *Ana Fabiola Hernández Domínguez(Ana.F@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Naivy Montserrat Jiménez Quiterio* (naivyjimenez@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Luis Alberto Ramirez Bermudez(laram@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Fernando Angeles Uribe(angel@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México; Diana Laura Díaz García(diana.diaz@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*
La titulación química es una técnica de análisis químico que permite medir la concentración de una sustancia en una muestra (Puentes, 2014). Es utilizada en química analítica para determinar la concentración de ácidos, bases, oxidantes, reductores, iones metálicos, etc. (Martínez, 2017). El principio de este tipo de análisis se basa en una reacción entre el analito y un reactivo estándar, conocido como valorante (Puente, 2014 y Martínez, 2017). Se aprovechan métodos como son la colorimetría, espectrofotometría UV/IR, espectrofotometría de flama o métodos electroquímicos,

como la polarografía. Los costos de dichos métodos suelen ser elevados pues requieren instrumentación especial. La alternativa de los métodos de titulación por goteo o manual pueden generar resultados erróneos, imprecisos y limitar la reproducibilidad del experimento.
El presente trabajo consiste en una propuesta para la elaboración de un sistema automatizado para realizar titulaciones químicas, para ello se utilizó microcontrolador Arduino UNO, un sensor TCS3200, un sensor ph-4502c y un servomotor, acoplados a un dispositivo tipo jeringa encargado de adicionar un estándar a la muestra de concentración desconocida mediante un sistema de lazo cerrado. El sistema produce resultados más precisos que la técnica manual permitiendo la reproducibilidad del experimento además de ser un equipo de muy bajo costo, lo que permite integrarlo en ámbitos didácticos, académicos así como en diversos campos de la investigación.
Agradecemos a la Coord. de Ciencias de la Tierra, al Dpto. de Física y al Taller de Control y Electrónica de la Fac, de Ciencias, UNAM, el apoyo facilitado para la realización y exposición del presente trabajo.

M2086 **Implementación del modelo de predicción de Afectación de región de capa D para el clima espacial en México.** *Elizandro Huipe Domratcheva* (elizandro@comunidad.unam.mx), Grupo Interdiciplinario de Cómputo Científico, Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad Morelia; Víctor Hugo De La Luz(vdelaluz@enesmorelia.unam.mx), Grupo Interdiciplinario de Cómputo Científico, Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad Morelia; *Expositor.*
El clima espacial integra todas las condiciones físicas y fenómenos en el sistema Sol-Tierra que pueden afectar la infraestructura tecnológica. Entre ellos, uno de los fenómenos más energéticos que ocurren en el sistema solar, se encuentran las fulguraciones solares. Estos destellos intensos y súbitos de rayos X y UV perturban la ionosfera terrestre lo que produce afectaciones en las radiocomunicaciones. Se implementó el modelo de predición de afectación de la region D de la NOAA para determinar las afectaciones históricas en México y en el resto del mundo. Este análisis permitió estimar la suceptilidad del pais ante futuros eventos y permitirá aumentar la resiliencia del país en cuestión de radiocomunicaciones en la banda HF.

M2361 **Detección de carbono y calcio en suelo con Espectroscopia de Rompimiento Inducido por Láser** *Georgina Marisol Molina Granados* (molina.georginamarisol@gmail.com), Universidad Nacional Autónoma de México; Mayo Villagrán Muniz(mayo.villagran@icat.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Citlali Sánchez Aké(citlali.sanchez@icat.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Blanca Prado Pano(bprado@geologia.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Christina Siebe Grabach(siebe@unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*
El suelo es un sistema tridimensional, dinámico, complejo y activo en el tiempo y el espacio, así que, existe una rápida evolución de los procesos que pasan en él. Incluso en cortos periodos de tiempo o en pocos centímetros de distancia, existe una amplia variabilidad de muchos de los parámetros necesarios para el análisis de suelos. Por lo tanto, la búsqueda de una técnica capaz de dar varias mediciones en poco tiempo y que sea fácilmente transportable cobra relevancia. La Espectroscopia de Rompimiento Inducido por Láser (o LIBS por sus siglas en inglés) ha probado ser una buena alternativa por su versatilidad y potencial para desarrollar dispositivos móviles que realicen mediciones in situ.
En esta investigación, se usa la técnica LIBS para detectar los elementos Ca y C para relacionarlos con los parámetros pH y Materia Orgánica del Suelo (MOS), estos se usan típicamente para determinar el estado de un sitio y si presenta contaminación o degradación.
Los resultados obtenidos con LIBS se compararon con otros análisis de laboratorio: método Potenciométrico y TOC (Total Organic Carbon). Este trabajo muestra que LIBS es una alternativa competitiva de los métodos convencionales de análisis de suelos en la detección de Ca II y carbono inorgánico.

M2634 **Determinación de características morfo métricas de cráteres de impacto mediante el uso de Kinect** *Frank Corrales Machín* (frankcm.work@gmail.com), Universidad Autónoma de San Luis Potosí; Yuri Nahmad Molinari(yuri@ifisica.uaslp.mx), Universidad Autónoma de San Luis Potosí; Ulises De Jesús Vázquez Azuara(vasulises63@gmail.com), Universidad Autónoma de San Luis Potosí; Diana Sofia Huerta Ramirez(mclennonsophie@gmail.com), Universidad Autónoma de San Luis Potosí; *Expositor.*
Se pretende realizar un estudio morfológico de cráteres de impacto de proyectiles granulares. Determinar la dependencia de su razón de aspecto como función del esfuerzo relativo de cedencia compresiva proyectil-blanco y analizar la energía de la colisión. Se utilizan novedosas técnicas en la obtención de mapas topográficos que pueden ser vinculadas a procesos industriales y naturales.

## ***Dinámica de Fluidos***
## ***Línea (online)***

M2699 **Manipulación de micropartículas esféricas conductoras y semiconductoras inmersas en solución electrolítica** *Luis Angel Muñoz Martínez* (luisangmunozmtz@gmail.com), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Antonio Michua Camarillo(amichua_camarillo@hotmail.com), Facultad de Ciencias de*

*la Electrónica, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Edy Flores Flores(edy_ff@yahoo.com), Preparatoria Emiliano Zapata, Benemérita Universidad Autonoma de Puebla; José Eladio Flores Mena(jefloresmena@gmail.com), Facultad de Ciencias de la Electrónica, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Pablo García Sánchez(pablogarcia@us.es), Facultad de Fisica, Universidad de Sevilla España; Antonio Ramos Reyes(ramos@us.es), Facultad de Física, Universidad de Sevilla España; *Expositor.*
La manipulación de partículas microscópicas inmersas en solución electrolítica por medio de gradientes de presión y campos eléctricos es de gran interés en la actualidad, tanto desde el punto de vista de la investigación como en las aplicaciones tecnológicas. El estudio de los fenómenos electrocinéticos de micropartículas ha llamado mucho el interés, sobre todo por sus aplicaciones en la biotecnología o en la microelectrónica, lo cual ha hecho que se desarrollen en los laboratorios dispositivos microfluidicos en los que se integran microelectrodos, microbombas para identificar y separar micropartículas, células, bacterias, etc. En este trabajo presentamos un estudio la electrorotación de micropartículas metálicas y semiconductoras en forma esférica. Calculamos los espectros de la velocidad angular de electrorotación de las micropartículas obtenidos de resolver las ecuaciones de Laplace y Navier-Stokes. Los resultados teóricos coinciden muy bien con los numéricos.

M2032 **Plumas térmicas en una cavidad cuadrada en presencia de una fuerza de Lorentz** *Raul Rechtman* (rrs@ier.unam.mx), INSTITUTO DE ENERGIAS RENOVABLES, UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO; Aldo Figueroa(alfil@ier.unam.mx), Universidad Nacional Aut'onoma de M'exico; Joel Román(jjrog@ier.unam.mx), Universidad Aut'onoma del Estado de Morelos; *Expositor.*
Usando el método de la ecuación de Boltzmann en redes, presentamos el flujo de un electrolito en un cavidad vertical bidimensional con paredes cuadradas en la dirección vertical y angosta en la dirección horizontal. Hay un imán circular centrado en una de las paredes verticales y se aplica una diferencia de voltaje en la dirección horizontal. Centrado en la parte inferior de la cavidad hay un calentador con longitud igual al diámetro del imán. Las paredes verticales son adiabáticas y el resto de las paredes son diatérmicas a una temperatura menor que la del calentador. Lo que interesa es la competencia entre el flujo convectivo producido por el calentaor y el flujo generado por la fuerza de Lorentz.

M2738 **Detección del tamaño y la localización de una obstrucción inmersa en el flujo de una tubería mediante métodos de inteligencia artificial** *Silvano Ulices Que Salinas* (feanorkdt@gmail.com), Institudo de física Universidad Autonoma de San Luis Potosí; José Antonio González Cervera(gonzalez@ifm.umich.mx), Instituto de física y metemáticas de la Universidad michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.*
In this work we have developed a study focused on the detection of blockages in pipes. To this end, two methods of artificial intelligence (AI), Artificial Neural Networks (ANN) and Support Vector Machines (SVM), were implemented, estimating from them, the size and location of an obstruction present in a two-dimensional pipeline. To make the desired estimates, both methods learned from databases derived from the results of numerical simulations performed with the Lattice Boltzmann method (LBM) for the simulation of flow around a quadrangular obstacle. We analyzed several cases by varying the size of the obstacle and its position along the $x$ axis, obtaining at least 89.3% of the patterns classified correctly with the ANNs and at least 91.50% with the SVMs in the more realistic case studied. From the results obtained in this project, it has to be said that in general a good performance was achieved for both methods in practically all the cases studied. Standing out SVM in most of these. For all the cases studied, the size or location of the obstacle was estimated with high precision independently, obtaining in general an error of less than 2%. This shows that it is possible to detect the presence of a blockage by recognizing changes in the flow pattern generated after the obstacle by both AI methods, being able to estimate its location or its size. However, one would like to be able to estimate the location and size parameters at par when there is a blockage in the flow in a duct. For this we developed another study, which focuses on this perspective, and it was clear that at least through SVM this estimate can be made with great precision. With this, we have built an artificial intelligence tool capable of detecting with high precision the location of an obstacle and its size when it obstructs the flow within a pipe. Considering that, for such detection, it is only required to measure the evolution in time of the flow velocity.

M2698 **Velocidad Electroosmótica y electroforética de una solución electrolítica confinada en un microcapilar.** *Ricardo Paredes Maldonado* (ricardo.paredesm@hotmail.com), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Edy Flores Flores(edy_ff@yahoo.com), Preparatoria Emiliano Zapata, Benemérita Universidad Autonoma de Puebla; Maria Monserrat Morin Castillo(morin.monserrat@gmail.com), Facultad de Ciencias de la Electrónica, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Jose Eligio Moises Gutierrez Arias(arigutmses5@gmail.com), Facultad de Ciencias de la Electrónica, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; José Eladio Flores Mena(jefloresmena@gmail.com), Facultad de Ciencias de la Electrónica, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*
Estudiamos una solución electrolítica confinada en un microcapilar el cual está expuesto a un gradiente de

presión constante y un campo eléctrico a lo largo del eje del microcapilar, donde la superficie interna tiene una densidad de carga superficial constante. El estudio se basa en dos formulaciones Poisson-Boltzmann y de Poisson Nernst-Planck, ambas se hace uso de la ecuación Navier-Stokes, consideramos la condición de una densidad de carga superficial uniforme en la superficie interna del microcapilar y condiciones de frontera de no deslizamiento, también asumimos que el fluido es incompresible, de este modo obtenemos los perfiles de potencial eléctrico, los perfiles de velocidad de la solución electrolítica y los perfiles de concentración iónica en el interior del microcapilar, estos cálculos se realizaron de manera teórica y de simulación por computadora, usando el software comercial COMSOL, donde hemos obtenido que ambos resultados coinciden muy bien.

M2695 **Estudio numérico de la electrorotación de una macropartícula en forma de discoide bicóncava, por medio de campos eléctricos AC** *Zulema Abigail Arias Neri* (zulemaaneri7@gmail.com), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Edy Flores Flores(edy_ff@yahoo.com), Preparatoria Emiliano Zapata, Benemérita Universidad Autonoma de Puebla; Jose Eligio Moises Gutierrez Arias(arigutmses5@gmail.com), Facultad de Ciencias de la Electrónica, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Antonio Michua Camarillo(amichua_camarillo@hotmail.com), Facultad de Ciencias de la Electrónica, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; José Eladio Flores Mena(jefloresmena@gmail.com), Facultad de Ciencias de la Electrónica, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*
En este trabajo estudiamos la electrorotación de una macropartícula en forma de discoide bicóncava, inmersa en una solución electrolítica por medio de campos eléctricos AC. Consideramos que la macropartícula es metálica y la doble capa que se forma a su alrededor es delgada. En un experimento las macropartículas están muy separadas una de otra, de manera que la interacción entre ellas no es relevante. En esta situación cuatro fenómenos están presentes, la interacción del campo eléctrico con el dipolo inducido, la influencia del flujo electroosmótico sobre la macropartícula, la influencia de las paredes del substrato con la macropartícula y el movimiento browniano. En este estudio solo las dos primeras influencias son consideradas. Calculamos espectro de electrorotación eléctrico y las componentes del dipolo inducido, para esto resolvemos las ecuaciones de Laplace y de Navier-Stokes empleando la técnica de elemento finito. La forma de discoide bicóncava es justo la de un glóbulo rojo, comparamos estos resultados con los de una macropartícula en forma de lenteja, estudio realizado anteriormente. En base al espectro de electrorotación encontramos características eléctricas de un glóbulo rojo y las comparamos con las reportadas en la literatura.

M2251 **Firma acústica del "First Bubble Entrainment" en recipientes confinados** *Alberto Vazquez Naranjo* (alberto75@ciencias.unam.mx), FACULTAD DE CIENCIAS, UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO; Rocío Chicharro Serra(rocio.chicharro@ciencias.unam.mx), FACULTAD DE CIENCIAS, UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO; *Expositor.*
Laboratorio de Fluidos, Departamento de Física, Facultad de Ciencias, UNAM. Se reportan observaciones de la primera captura de una burbuja de aire "First Buble Entrainment", cuando una gota de agua (en caída libre) se impacta sobre una superficie libre líquida (agua). Dichas observaciones son llevadas a cabo usando una cámara de video a 940 f/s, y un hidrófono Omnidireccional H1a Aquarium Audio. Las señales acústicas fueron grabadas empleando dos contenedores (cilindros) con diámetros de 7.46 cm y 8.55 cm respectivamente; y éstas muestran dos comportamientos (firmas) diferentes. Para el diámetro de 7.46 cm se observa una firma acústica de una señal que se amortigua al paso del tiempo, y tiene una ligera semejanza a un beat. En tanto que para el diámetro de 8.55 cm la firma acústica es una señal de un beat (bien desarrollado) amortiguado en el tiempo. Para ambos casos se realizaron los sonogramas y análisis de FFT correspondientes.

M2551 **Inestabilidades y modos oscilatorios de la convección natural en un cilindro parcialmente calentado** *José Núñez González* (joseng@enesmorelia.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*
Este trabajo presenta el estudio numérico de un flujo de convección natural en un contenedor cilíndrico con paredes parcialmente calentadas. Las ecuaciones de conservación de masa, cantidad de movimiento y energía se resuelven utilizando un método híbrido de Fourier - volumen finito con un algoritmo SIMPLEC para desacoplar las ecuaciones. En este trabajo se realiza un estudio de los parámetros más relevantes en el flujo: la razón de aspecto, el número de Prandtl y el número de Rayleigh. Con base en las simulaciones se identificaron inestabilidades que rompen la simetría y modos hidrodinámicos oscilatorios. Las soluciones principales son los estados base, $C_m$, con número de onda azimutal $m$. Los resultados muestran la competencia entre los distintos estados del sistema que conlleva a una variedad de soluciones con diversas simetrías espacio-temporales.

M2509 **ESTUDIO DE UNA OLA SOLITARIA SOBRE AGUAS PROFUNDAS INCIDIENDO EN UN FONDO EN FORMA DE RAMPA.** *Ricardo César Arzate Trujillo* (cesar_arzate_t@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, UNAM; *Expositor.*
Considerando olas planas sobre una superficie líquida se tiene inicialmente una ola solitaria viajando un una dirección a su velocidad de propagación con un fondo

plano profundo hasta que llega a otra región en la que el fondo tiene forma de rampa en que la profundidad disminuye hasta que llega a otra profundidad menor pero plana. En este trabajo se caracterizan los parámetros de la onda transmitida, de la transición y de la onda reflejada. Se presenta la simulación y un experimento para comparar los resultados.

M2696 **Dielectroforesis y dielectroforesis de onda viajera de micropartículas metálicas** *Margarita Reyes Nava* (marg_hrn@hotmail.com), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Edy Flores Flores(edy_ff@yahoo.com), Preparatoria Emiliano Zapata, Benemérita Universidad Autonoma de Puebla; José Eladio Flores Mena(jefloresmena@gmail.com), Facultad de Ciencias de la Electrónica, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Pablo García Sánchez(pablogarcia@us.es), Facultad de Fisica, Universidad de Sevilla España; Antonio Ramos Reyes(ramos@us.es), Facultad de Física, Universidad de Sevilla España; *Expositor.*
Estudiamos teórica y numéricamente el comportamiento electrocinético de las micropartículas metálicas. sumergido en electrolitos acuosos. Consideramos pequeñas partículas sometidas a no homogénea campos eléctricos de corriente alterna y describimos su movimiento como resultado de la combinación de fuerzas (dielectroforesis) y los flujos electroosmóticos en la superficie de la partícula (carga inducida electroforesis). También estudiamos la partícula movimiento inducido por los campos eléctricos que viajan. Encontramos expresiones analíticas para la dielectroforesis y electroforesis de carga inducida de esferas metálicas y las comparamos con valores numéricos soluciones, esto valida nuestro método numérico.

M2326 **Programación Multi-hilo en Simulaciones de Medios Granulares** *Edgar Vázquez Luis(edgar.vazquez@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias , Universidad Autónoma de México; Miguel Ángel Alcocer Díaz* (miguelalcocer@ciencias.unam.mx), Escuela Nacional Preparatoria 9 "Pedro Alba"; Ángel Gabriel Barragán Rivas(agbarragan@ciencias.unam.mx), Escuela Nacional Preparatoria 9 "Pedro Alba"; Carlos Eduardo De León Abboud(carlos.abboud@ciencias.unam.mx), Liceo Franco Mexicano; *Expositor.*
Se muestra el desarrollo y desempeño de un código desarrollado para ejecución en PC's que cuentan con multiples "cores" y "multi-threading", se utiliza el modelo de partículas blandas como modelo para el medio granular en 2 dimensiones y el modelo de vecinos más cercanos para la detección de contactos entre partículas, la paralelización se realiza en la detección de vecinos de cada partícula del medio y en el cálculo de las fuerzas de contacto entre partículas. Para determinar el desempeño se comparan tiempos de ejecución entre el código serial y el código en paralelo para distintos números de partículas, el código paralelizado se ejecuta en computadoras con distintas especificaciones (número de "cores" y de "hilos") por ende con diferentes tipos de procesador y memorias en cpu, así como diferentes cantidades de memoria RAM (a diferentes frecuencias ) para así comparando su desempeño en el mismo SO (Ubuntu 18.04 LTS).

M2635 **Bases Moleculares de la Ley de Stokes y Ecuaciones de Stokes** *Oscar Javier Gutiérrez Varela* (oscgtzvar@gmail.com), Instituto de Física - Universidad Nacional Autónoma de México; Ruben Santamaria Ortiz(rso@fisica.unam.mx), Universidad de Oxford; *Expositor.*
Las bases moleculares de ley de Stokes de las fuerzas viscosad y de las ecs. de Stokes son investigadas con dinámica molecular. Para la ley de Stokes, se utilizan 2 niveles de teoría: i) la teoría de Langevin se emplea para simular una partícula Browniana moviéndose en un fluido, donde los efectos del fluido son tomados en cuenta de una forma estadística, y ii) la teoría de Newton se emplea al simular una partícula moviéndose en un fluido explícito en donde se consideran las moléculas del fluido. En ambos esquemas, las partículas tienen una estructura atomísitca explícita con diferentes formas geométricas.
Una fuerza constante externa actúa sobre los átomos de las partículas simulando un 'jalón gravitacional' que hace mover a las partículas en el fluido. Los resultados muestra que las partículas alcanzan una velocidad terminal tal como lo predice la ley de Stokes en el caso macroscópico. Sin embargo, los resultados de este trabajo proporcionan un origen microscópico de la ley de Stokes.
Por otro lado, se evalúan directamente las ecs. de Stokes en diferentes regiones infinitesimales del fluido, cuando las partículas caen por la acción de la fuerza constante en el caso que existe un fluido explícito (teoría de Newton). Los cálculos muestran que, a pesar de estar en la escala de angstroms, las ecuaciones de Stokes predicen con buena aproximación las variaciones en el campo de velocidad y de presión, a pesar de que estas se plantean con la hipótesis del medio continuo.
Para ambos casos, se presentan valores para la viscosidad del fluido acorde con los resultados obtenidos por los cálculos de dinámica molecular y lo predicho por la teoría de Stokes. Los valores de la viscosidad estan en concordoncia con los valores obtenidos de forma experimental.
El esquema presentado, además de validar cualitativamente la teoría de Stokes en una escala de muy pocos nanómetros, sugiere un método para medir viscosidades in silico y pone limitaciones en la hipótesis del medio continuo cuando la naturaleza discreta de la materia toma relevancia.

M1992 **Método de malla de Boltzmann en variedades curvas** *Guillermo Alberto Estrada Gonzalez* (guillermo.estrada@umich.mx), Instituto de Física y Matemáticas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; José Antonio González Cervera(jose.gonzalez.*

*c@umich.mx), Instituto de Física y Matemáticas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.*

El método de la malla de Boltzmann (LBM) ha sido utilizado exitosamente para simular fluidos en una gran variedad de escenarios y ha mostrado en algunos casos ventajas sobre métodos numéricos clásicos donde se resuelven las ecuaciones de Navier-Stokes. LBM ha demostrado ser bastante robusto al momento de incorporar geometrías en los sistemas estudiados. En este trabajo se presenta una derivación explicita para tratar la ecuación discretizada de Boltzmann en coordenadas curvilíneas. La función de distribución $f = f(t, x^i, p^i)$ de la ecuación de Boltzmann, definida en el espacio fase es expandida en polinomios de Hermite (como funciones del momento $H = H(p^i)$) y la cuadratura de Gauss-Hermite es usada para obtener la estructura de la malla. La formulación obtenida es válida para variedades Riemannianas de dimensión en principio arbitraria e incluso cuando el tensor métrico se conoce sólo numéricamente. El método es totalmente explícito y trivialmente paralelizable, haciendolo bastante útil para el computo científico a gran escala. Se espera que la formulación del método desarrollado aquí sea de utilidad para físicos aplicados, experimentales e ingenieros y cuyas futuras aplicaciones parecen prometedoras.

M2213 **Efecto de patrones de anclaje variable en la estructura de cristales líquidos quirales**

*Jose Armando Gutierrez Rodriguez(armandogrodriguez@outlook.com), Universidad Autonoma de San Luis Potosi; César Gabriel Galván Peña(cesar.galvan@uaslp.mx), Universidad Autonoma de San Luis Potosi; Jose Adrian Martinez-Gonzalez* (jose.adrian.martinez@uaslp.mx), Universidad Autónoma de San Luis Potosí; *Expositor.*

Los cristales líquidos son estados de la materia donde las moléculas pueden fluir pero exhiben, en promedio, un cierto grado de orden orientacional y/o posicional. Materiales que presentan este tipo de fases han sido de gran utilidad en la tecnología de pantallas, en la elaboración de sensores, materiales fotónicos y para el estudio de auto-ensamblaje de partículas coloidales. En este plática se abordará el uso de superficies con patrones de anclaje variable en la estabilización de cristales líquidos quirales.

M2415 **Cavitación acústica y el efecto de las ondas del esfuerzo de corte: una introducción a la sonoporación**

*Norma Angélica Bolívar Jacobo(normis_b2703@hotmail.com), Universidad Autónoma de Chihuahua; América Chávez Martínez(amchavez@uach.mx), Universidad Autónoma de Chihuahua; Julianna Juárez Moya(moyaju.ju91@hotmail.com), Universidad Autónoma de Chihuahua; Ana Luisa Rentería Monterrubio(arenteria@uach.mx), Universidad Autónoma de Chihuahua; Raúl Alberto Reyes Villagrana* (rareyesvi@conacyt.mx), CONACYT - Universidad Autónoma de Chihuahua; *Expositor.*

El ultrasonido de alta intensidad se ha aplicado a diversos sectores industriales, como farmacéuticos, bélicos, odontológicos, estéticos, médicos, de limpieza, etc., esto debido a que se genera el efecto de cavitación acústica, el cual consiste en la formación, crecimiento e implosión de microburbujas inmersas en fluidos. Dicho efecto, se ha utilizado principalmente en la limpieza y desinfección de piezas e instrumentación en diversos rubros, como se menciono anteriormente. Sin embargo, la técnica del ultrasonido de alta intensidad ha incrementado su potencial de aplicación en las últimas décadas, en el procesamiento y conservación de los alimentos; como por ejemplo, para homogenizar, cristalizar, suavizar, emulsificar, etc. En este trabajo se presenta la descripción del ultrasonido de alta intensidad, y la fenomenología de los modelos de cavitación acústica y sus diferencias, desarrollados por Rayleigh-Plesset, Gilmore y Keller-Miksis. Se revisa el efecto de crecimiento y las consecuencias del colapso de las microbubujas, las cuales generan, fuerzas de radiación acústica, ondas de choque y ondas de esfuerzo cortante, donde ésta última es la que proporciona el principio de la sonoporación. Se presenta un caso de estudio sobre la sonoporación aplicando ultrasonido de alta intensidad por medio de un ultrasonicador tipo sonda, de 4cm de diámetro y 12W/cm2@24kHz con cuatro tiempos diferentes sobre leche comercial agregando el probiótico Lactobacillus Acidofillus, (LA-5). Los resultados muestran que posterior a ultrasonicar, los glóbulos de grasa de la leche disminuyeron y el efecto de las ondas de esfuerzo de corte afecto en un mínimo a LA-5, por los tiempos tan reducidos. Se propone continuar con el estudio aumentando los tiempos de ultrasonicación para obtener el crecimiento de biomasa esperado.

M2701 **Estudio teórico y por simulación de la electrorotación de nanovarillas metálicas y semiconductoras inmersas en una solución electrolítica, actuadas por campos eléctricos AC**

*Maria Fernanda Roja Cacho* (ferhfoster@gmail.com), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Edy Flores Flores(edy_ff@yahoo.com), Preparatoria Emiliano Zapata, Benemérita Universidad Autonoma de Puebla; Maria Monserrat Morin Castillo(morin.monserrat@gmail.com), Facultad de Ciencias de la Electrónica, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; José Eladio Flores Mena(jefloresmena@gmail.com), Facultad de Ciencias de la Electrónica, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Pablo García Sánchez(pablogarcia@us.es), Facultad de Fisica, Universidad de Sevilla España; Antonio Ramos Reyes(ramos@us.es), Facultad de Física, Universidad de Sevilla España; *Expositor.*

Se estudia tanto teórico como por medio de simulación de computadora la electro-rotación de nanovarillas metálicas

y semiconductoras inmersas en una solución electrolítica mediante campos eléctricos alternos. La electrorotación se debe al para ejercido por el campo eléctrico rotatorio sobre el dipolo inducido y el par debido al flujo inducido sobre la doble capa. En este estudio no consideramos el movimiento browniano. El par eléctrico es calculado por medio del tensor de esfuerzos de Maxwell, mientras que el para debido al flujo electroosmótico es evaluado usando el teorema de reciprocidad. Encontramos que los resultados teóricos y de simulación por computadora describen cualitativamente muy bien los resultados experimentales, se presenta también un estudio de convergencia de los resultados por simulación por computadora, donde se emplea el método de elemento finito.

M2120 **ANÁLISIS CFD DE UN MOTOR DE COHETE DE COMBUSTIBLE LÍQUIDO** *David Pérez Monzón* (david.perezmon@alumno.buap.mx), Facultad de Ingeniería, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Víctor Manuel Vázquez Báez(manuel.vazquez@correo.buap.mx), Facultad de Ingeniería, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Emmanuel Aguilar Rosas(emmanuel.aguilarr@alumno.buap.mx), Facultad de Ingeniería, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Rodrigo Xicale De Aquino(rodrigo.xicaled@alumno.buap.mx), Facultad de Ingeniería, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; José Miguel Jácome Suárez(jose.jacome@alumno.buap.mx), Facultad de Ingeniería, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*
La propulsión térmica química en el sector aeroespacial se divide en dos subgrupos; motores de cohetes de combustible solido y motores de cohetes de combustible líquido. Este último es uno de los más usados en la industria aeroespacial. En este trabajo se hizo uso de software de análisis CFD para realizar investigación a bajo costo de motores de cohetes de combustible líquido, desarrollando simulaciones de un motor, en las cuales se platean varios escenarios con diferentes variables. Se obtienen resultados de temperatura, presión y empuje generado con los cuales se desarrollan varios análisis y comparación de estos para plantear una optimización del motor.

M2414 **Estudio sobre el efecto de transmisión del ultrasonido de alta intensidad aplicado a los productos empacados** *América Chávez Martínez(amchavez@uach.mx), Universidad Autónoma de Chihuahua; Julianna Juárez Moya(moyaju.ju91@hotmail.com), Universidad Autónoma de Chihuahua; Ana Luisa Rentería Monterrubio(arenteria@uach.mx), Universidad Autónoma de Chihuahua; Raúl Alberto Reyes Villagrana* (rareyesvi@conacyt.mx), CONACYT - Universidad Autónoma de Chihuahua; *Expositor.*
Las técnicas para procesamiento y conservación de los alimentos juegan un papel importante para la inocuidad de los mismos. Un caso particular que se presenta son las metodologías aplicadas para realizar conforme a normas, el empaquetado de los productos. Sin embargo, cuando no se cumplen con seguridad y rigor, se ponen en riesgo la seguridad del consumidor. En las últimas décadas se ha utilizado la técnica del ultrasonido de alta intensidad para realizar no solo procesamiento, sino también la conservación de los alimentos. Esto sucede debido a que surge el efecto de la cavitación acústica, la cual consiste en la generación, crecimiento y colapso de microburbujas. Sin embargo, como el caso de los productos cárnicos empacados al vacío con o sin marinado, la literatura revisada hasta el momento muestran resultados contradictorios referente a la textura de los cárnicos. Por tal motivo, en este trabajo se presenta un estudio aplicando ultrasonido de alta intensidad a un objeto empacado al vacío. El objetivo fue determinar la presencia de transmisión de cavitación acústica a través de una doble interfase dada por un polímero, a simple vista. Se utilizó papel aluminio como objeto de estudio, con un área aproximada de 5X5cm2. El papel aluminio se ubicó dentro de bolsa de plástico, que se usa para empaques de productos cárnicos. Se emplearon dos tipos de experimentos, el primero fue objetos al vacío y el segundo, depositando dentro del empaque 25ml de agua destilada. Se aplicó el ultrasonido de alta intensidad utilizando un conjunto de baños ultrasónicos de diversas capacidades, 6, 16 y 90 W/cm2@24kHz. Los resultaron mostraron que el papel aluminio bajo las condiciones de vacío no presentó ningún daño. Por el contrario, el papel aluminio embebido en agua destilada, presentó un daño apreciable. Se observó que la implosión de las microburbujas generó radiación acústica generando el deterioro del papel aluminio dadas las ondas de choque a través del agua destilada. Se plantea continuar con los estudios de productos empacados al vació, utilizando ahora diversos alimentos.

M2118 **CFD EN INTERCAMBIADORES DE CALOR DE CARCASA Y TUBOS** *José Miguel Jácome Suárez* (jose.jacome@alumno.buap.mx), Facultad de Ingeniería, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Víctor Manuel Vázquez Báez(manuel.vazquez@correo.buap.mx), Facultad de Ingeniería, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; David Pérez Monzón(david.perezmon@alumno.buap.mx), Facultad de Ingeniería, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Emmanuel Aguilar Rosas(emmanuel.aguilarr@alumno.buap.mx), Facultad de Ingeniería, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Rodrigo Xicale De Aquino(rodrigo.xicaled@alumno.buap.mx), Facultad de Ingeniería, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*
Los intercambiadores de calor son dispositivos diseñados para la transferencia de calor entre un fluido en movimiento y una superficie sólida. De todos los intercambiadores de calor los más usados en la industria son los de carcasa y tubos que son tubos cilíndricos

montados sobre una carcasa también cilíndrica por los cuales se hace pasar el fluido a enfriar y este transfiere su calor hacia los deflectores y al otro fluido del lado de la carcasa. En este trabajo se hace un estudio de la eficiencia en la transferencia de calor a un intercambiador de carcasa y tubos utilizado en la industria, haciendo uso de modelos físicos y programas de simulación CFD para analizar y comparar los coeficientes de transferencia entre fluidos y superficies. Utilizamos los resultados para proponer nuestro propio diseño optimizado de un intercambiador de calor de carcasa y tubos.

***Física Atómica y Molecular***
***Línea (online)***

M1981 **Exotic long range Rydberg molecules**
*Homar Rivera Rodríguez* (hrivera@ciencias.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; Rocío Jáuregui Renaud(rocio@fisica.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*
Long-range Rydberg molecules, first predicted in 2000 and experimentally observed almost a decade later, are a highlight of the interactions between Rydberg atoms and neutral systems. In this work some properties of ultra-long range homonuclear diatomic Rydberg molecules are described. These molecules are constituted by a Rydberg atom and a neutral atom in the ground state. Its binding mechanism is novel: the elastic scattering of the Rydberg electron by the atom in the ground state. This mechanism leads to the formation of molecules with an internuclear separation between $300\,a_0$ and $2000\,a_0$, where $a_0$ is the Bohr radius, and a permanent electric dipole moment of several hundreds of Debyes. We study three types of molecules: trilobite, radial butterfly and angular butterfly. The latter has been scarcely studied and has not been reported in experiments. Our description includes electronic, vibrational and rotational wave functions. From them, we calculate the multipole electric moments. All these variables seem relevant for characterizing the quantum correlations of the various degrees of freedom and initiate studies of the interaction of these molecules with light.
The binding energies of these molecules are comparable to the relativistic and hyperfine structure of the separate atomic components. Therefore to achieve an accurate description we must include the hyperfine splitting of the neutral atom and the spin-orbit splittings of both the Rydberg atom and the electron-atom interaction. We also present a description of the properties mentioned before including the influence of spin degrees of freedom.

M1998 **Bloqueo y antibloqueo en átomos de Rydberg**
*Silvia Fernanda Cárdenas López* (silvia.crdns@ciencias.unam.mx), Instituto de Física; Asaf Paris Mandoki(asaf@fisica.unam.mx), Instituto de Física; Pablo Barberis Blostein(pablobb@gmail.com), Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas; Rocío Jáuregui Renaud(rocio@fisica.unam.mx), Instituto de Física; *Expositor.*
Los átomos de Rydberg tienen una fuerte interacción dipolar entre sí. Por consiguiente, un gas de átomos de Rydberg es un candidato prometedor para estudiar sistemas de muchos cuerpos, así como para el control de estados cuánticos. Un fenómeno colectivo existente en el sistema es el bloqueo de Rydberg: un conjunto de átomos confinados a una región suficientemente pequeña e interactuando con luz resonante con una transición de Rydberg solo puede contener una excitación. Esto es debido a que la fuerte interacción dipolar entre átomos excitados lleva fuera de resonancia a estados con más de dos excitaciones. La interacción entre átomos también puede causar el fenómeno opuesto llamado antibloqueo, en el que la interacción facilita la excitación de un par de átomos al estado de Rydberg.

En este trabajo estudiamos las correlaciones espaciales resultantes de estos fenómenos en un sistema de dos átomos. La interacción entre átomos es modelada a partir de potenciales numéricos [1] . El análisis de la correlación permite ubicar regiones de parámetros para los cuales se tiene bloqueo y antibloqueo para valores realistas en la intensidad de los láseres de excitación y desentonamientos. El entendimiento de correlaciones existentes en sistemas de dos átomos puede llevar a un mayor entendimiento de las correlaciones para sistemas de muchos átomos ([2], [3]).
Referencias
[1] S.Weber, C. Tresp, H. Menke, A. Urvoy, O. Firstenberg, H. Büchler and S. Hofferberth, Calculation of Rydberg interaction potentials, J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys. 50 133001 (2017).
[2] A. Hu, T. E. Lee, and C. W. Clark, Spatial correlations of one dimensional driven-dissipative systems of Rydberg atoms, Phys. Rev. A 88 (2013).
[3] J. T. Young, T. Boulier, E. Magnan, E. A. Goldschmidt, R. M. Wilson, S. L. Rolston, J. V. Porto, and A. V. Gorshkov, Dissipation induced dipole blockade and anti-blockade in driven Rydberg systems, Phys. Rev. A 97, 023424 (2018).

M2243 **Respuesta fototáctica de escarabajos ambrosiales**
*Raul Alfonso Vazquez-Nava* (alfonso@cio.mx), Centro de Investigaciones en Optica A. C.; Juan Manuel Lopez-Tellez(jmlopez@cio.mx), Centro de Investigaciones en Optica A. C.; Rafael Espinosa Luna(reluna@cio.mx), Centro de Investigaciones en Optica A. C.; *Expositor.*
Estudiamos la respuesta fototáctica de escarabajos ambrosiales a luz monocromática emitida por diodos emisores de luz con longitudes de onda de 365nm, 470nm, 520nm, y 590nm. Con base en las condicione óptimas de iluminación determinamos que la luz ultravioleta muestra la tasa mas alta de atracción de dichos escarabajos.

M2675 **Relevancia de la estocasticidad para la emergencia de la cuantización** *Ana María Cetto* (ana@fisica.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; Luis Fernando De La Peña Auerbach(luis@fisica.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; Andrea Valdés Hernández(andreavh@fisica.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

Las teorías de la Mecánica Cuántica Estocástica y la Electrodinámica Estocástica sacan a la luz aspectos importantes de la dinámica cuántica que en el formalismo estándar quedan ocultos. Aquí partimos de la conexión previamente establecida entre las dos teorías, para exhibir el papel de la estocasticidad y de la difusión en el proceso que conduce del régimen clásico con campo de punto cero al régimen cuántico. La presencia de fenómenos de tipo cuántico en otros casos en que un sistema mecánico está sujeto a un fondo oscilatorio que introduce estocasticidad, puede ser indicativa de un fenómeno más general de emergencia de cuantización en tales circunstancias.

M2647 **¿Cuánto dura un salto cuántico?** *Luis Fernando De La Peña Auerbach* (luis@fisica.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; Ana María Cetto(ana@fisica.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; Andrea Valdés Hernández(andreavh@fisica.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

Se presenta una propuesta para estimar la duración de una transición entre dos estados atómicos. La propuesta se basa en la consideración de que el fenómeno involucra una resonancia del electrón atómico con los modos del campo de radiación de punto cero de la frecuencia de Compton, los mismos que mantienen el zitterbewegung del electrón, de acuerdo con la teoría de Dirac y la Electrodinámica Estocástica. El resultado teórico obtenido para el tiempo de transición, dado esencialmente por la expresión $(\alpha\omega_C)^{-1}$ con $\alpha$ la constante de estructura fina y $\omega_C$ la frecuencia angular de Compton para el electrón, es del orden de atosegundos ($10^{-18}$ s), en concordancia con los resultados experimentales más recientes.

M2331 **Estudio sobre la compuerta E231 en la proteína canal ClC-1 mediante DFT.** *Carlos Antonio Llamas Castro* (llamascastrolcca@gmail.com), Facultad de Ciencias Químicas y Departamento Físico Matemático Universidad Autónoma de San Luis Potosí.; María Irene Liliana Gallegos García(liliana.garcia@uaslp.mx), Departamento Físico Matemático Universidad Autónoma de San Luis Potosí.; José Elpidio Morales Sánchez(elpidio@uaslp.mx), Departamento Físico Matemático Universidad Autónoma de San Luis Potosí.; Adrián Pérez Zúñiga(dripz645@gmail.com), Facultad de Ciencias Químicas y Departamento Físico Matemático Universidad Autónoma de San Luis Potosí.; Azahel De Jesús Rangel López(azahel.rangel@uaslp.mx), Coordinación Académica Región Altiplano Universidad Autónoma de San Luis Potosí.; Pablo Guillermo Nieto Delgado(guillermo.nieto@uaslp.mx), Departamento Físico Matemático Universidad Autónoma de San Luis Potosí.; *Expositor.*

El ClC-1, canal de cloro presente en una gran variedad de tejidos y especies, su función es regular la cantidad de cloro intra y extra celular. A pesar de su ubicuidad es desconocido el funcionamiento afondo de la proteína-canal. En el presente trabajo, a partir de la estructura cristalográfica del ClC-1 (PDB:6COY), planteamos un modelo molecular alrededor de la compuerta del poro, el ácido glutámico E231, con el fin de cuantificar posibles diferencias en un modelo de conducción iónica ante sustituciones del E231. Mediante DFT, se calculará el costo energético en cada caso.

M2071 **Colisión de gotas cuánticas formadas a partir de gases atómicos ultrafríos compuestos** *José Ernesto Alba Arroyo* (ernestoalba@ciencias.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; Rocío Jáuregui Renaud(rocio@fisica.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; Santiago Francisco Caballero Benítez(scaballero@fisica.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

Recientemente [1] se logró la realización experimental de gotas cuánticas [2] a partir de gases diluidos constituidos por átomos cuyo estado interno corresponde a dos opciones hiperfinas. El mecanismo de auto estabilización involucra interacciones efectivas más allá de las resultantes de una descripción de campo medio. En este trabajo, se analizan las colisiones binarias de gotas cuánticas. Como primer paso se obtienen las funciones de onda efectivas dentro del esquema de Lee-Huang-Yang [3] para el estado base con parámetros realistas. Se observa que al aumentar el número de átomos para valores fijos de las interacciones interatómicas, se pasa de perfiles cuasi gaussianos a gotas con perfiles muy semejantes a las de líquidos clásicos. Se analizan entonces las expectativas para excitaciones superficiales de baja energía [4], [5] de este sistema cuántico, y se elaboran modelos que permiten estimar la tensión superficial de las gotas. Finalmente se realizan simulaciones tomando como parámetros la energía cinética de la colisión, la tensión superficial y el parámetro de impacto. Se compara entonces con los resultados experimentales [6] donde es posible observar fenómenos como fragmentación, coalescencia e interferencia cuántica.

[1] C. R. Cabrera, L. Tanzi, J. Sanz, B. Naylor, P. Thomas, P. Cheiney, y L. Tarruell, Science 359, 6373 (2018).
[2]D. S. Petrov y G. E. Astrakharchik, Phys. Rev. Lett. 115,155302 (2015).
[3]Lee, T. D. y Huang, Kerson y Yang, C. N., Phys Rev. 106.1135 (1957).
[4] Bertsch, George F. Phys. Rev. A9, 819 (1974).

[5] Strutt, J. W., Lord Rayleigh. Proceedings of the Royal Society of London. Vol.29 (1979).
[6] Ferioli G., et. al., Phys. Rev. Lett., 122 (2019)

M2467 **Modelaje molecular de la interacción del Arsénico con Progesterona y Estradiol.** *Andrea Guadalupe Rodriguez Torres(andrea.rodriguezl@uaslp.mx), Departamento Físico Matemático Universidad Autónoma de San Luis Potosí.; Stephanie Esmeralda Velazquez Perez(stephanie.velazquez@uaslp.mx), Departamento Físico Matemático Universidad Autónoma de San Luis Potosí.; Azahel De Jesús Rangel López(azahel.rangel@uaslp.mx), Coordinación Académica Región Altiplano Universidad Autónoma de San Luis Potosí.; Adrián Pérez Zúñiga(dripz645@gmail.com), Facultad de Ciencias Químicas y Departamento Físico Matemático Universidad Autónoma de San Luis Potosí.; Carlos Antonio Llamas Castro(llamascastrolcca@gmail.com), Facultad de Ciencias Químicas y Departamento Físico Matemático Universidad Autónoma de San Luis Potosí.; Pablo Guillermo Nieto Delgado* (guillermo.nieto@uaslp.mx), Departamento Físico Matemático Universidad Autónoma de San Luis Potosí.; *Expositor.*
El arsénico es una de las 10 sustancias químicas que la Organización Mundial de la Salud, considera como de las más preocupantes para la salud pública. Se han asociado diversos daños a la exposición por este elemento, pero recientemente hay algunas pruebas que indican que la exposición a As podría causar alteraciones hormonales. Se ha encontrado que el arsenito se une específicamente a los receptores hormonales que contienen grupos tioles, por lo que este elemento inhibe la unión de las hormonas esteroideas a sus receptores, causando alteraciones en la función adecuada de las hormonas sexuales. Por otro lado son pocos estudios que consideran al arsénico como un perturbador endocrino, de ahí la importancia del presente trabajo, para comenzar a entender la repercusión tan alta que puede tener la exposición a esta substancia y los riesgos que conlleva en la salud hormonal especialmente de las mujeres. En este trabajo se presenta el modelaje de la unión entre el arsénico, la progesterona y estradiol mediante cálculos cuánticos DFT con el fin de entender la repercusión hormonal de este contaminante en el sistema endocrino.

M2021 **Análisis de nanopartículas magnéticas recubiertas con péptidos para tratamientos contra cáncer de mama** *Sagrario Hernández Mata* (sagrariohdezmata@hotmail.com), Instituto Politécnico Nacional Escuela Superior de Física y Matemáticas; Hernani Yee Madeira(hernaniyee@gmail.com), Instituto Politécnico Nacional Escuela Superior de Física y Matemáticas; David Ravelo Acuña(david.raveloacua258@gmail.com), Instituto Politécnico Nacional Escuela Superior de Física y Matemáticas; *Expositor.*
Materiales nanométricos han sido estudiados durante las últimas décadas debido a las propiedades físicas y químicas que exhiben en comparación con los materiales masivos. El óxido de hierro en su fase magnetita ($Fe3O4$) es un material biocompatible con el cuerpo humado (debido a la homeostasis celular), además, a escala nanométrica (<30 nm) exhibe un comportamiento superparamagnético, por lo que los momentos magnéticos pueden ser orientados y direccionados, así como también la modificación de la superficie (recubrimiento y funcionalización) y la relación superficie-volumen, permiten aplicar esté material como administración de fármacos, tratamiento, imagenología, purificación, etc. En este trabajo se obtienen un sistema de nanopartículas de $Fe3O4$ recubiertas con citrato y funcionalizadas con un péptido activo que se obtiene de la soya germinada. Los péptidos bioactivos son fragmentos de aminoácidos encriptados en las proteínas, que al ser liberados pueden tener un efecto benéfico en la salud. Se ha encontrado que la semilla de soya tiene un alto contenido en proteína, y al fraccionar los aislados de proteína se pueden obtener fragmentos de aminoácidos con actividades anticancerígenas. Se estudio la actividad de las partículas de $Fe3O4$ funcionalizadas y conjugadas a péptidos bioactivos, por medio de distintos ensayos en líneas celulares de cáncer de mama. Finalmente, la estructura cristalina y modificación de la superficie fueron analizadas por diferentes técnicas y equipos. La estructura cristalina del material fue caracterizada por la técnica de Difracción de Rayos-X, obteniendo una estructura cúbica espinel inverso correspondiente a la estructura cristalina de la magnetita, la modificación de la superficie y enlaces moleculares se analizaron por Espectroscopía Infrarroja obteniendo carboxilo, éter y amino.

M2671 **Estructura electrónica de monocapas de disulfuro de molibdeno con vacancias y átomos substitucionales del grupo XI** *Alan Miralrio* (miralrio@tec.mx), Tecnológico de Monterrey Campus Toluca; Miguel Castro(miguel.castro.m@gmail.com), Facultad de Química, UNAM; Eduardo Rangel(kovoldedu@yahoo.com.mx), Escuela Superior de Apan UAEH; *Expositor.*
Las monocapas de dicalcogenuros de metales de transición han atraído la atención de los grupos de investigación debido a sus propiedades electrónicas, ópticas y químicas que difieren importantemente de su análogo en bulto [1]. Entre estos materiales bidimensionales, el disulfuro de molibdeno ha sido uno de los más estudiados [2,3], solo por detrás del grafeno. Con el fin de activar la superficie del disulfuro de molibdeno para que interactúe con otros elementos, se estudiaron teóricamente los cambios en la estructura electrónica de las monocapas con diferentes vacancias superficiales. Del mismo modo, se estudiaron las propiedades electrónicas de las monocapas con átomos substitucionales del grupo XI. Se reportan sus propiedades energéticas, geométricas, y de transferencia de carga.

Del mismo modo, se reportan los diagramas de bandas y densidades de estado de los sistemas modificados. El estudio se realizó mediante la teoría del funcional de la densidad con el paquete de química cuántica Quantum Espresso. Se empleó el funcional de gradiente generalizado de Perdew-Burke-Ernzerhof con pseudopotenciales ultra suaves en ambos átomos. Se incluyó el término D2 de corrección de la energía debido a las fuerzas de dispersión. Los resultados se obtuvieron con el mismo paquete mediante post cálculos.

[1] A. V. Kolobov y J. Tominaga, Two-Dimensional Transition-Metal Dichalcogenides (Springer International Publishing, Cham, 2016). [2] Z. W. Chen, J. M. Yan, W. T. Zheng, y Q. Jiang, Sci. Rep. 5, 11230 (2015). [3] Y. Sun, S. Gao, F. Lei y Y. Xie, Chem Soc Rev 44, 623–636 (2015).

M2055 **Tratamiento por Plasma de agua con colorante ND39 usando Zeolita como catalizador**

*Candy Adylenn Bernabe Elizalde* (adylenn_bernabe_p@outlook.com), Universidad Autónoma del Estado de Morelos; Rocio Macedonio Cruz(rociomacedoniocruz@gmail.com), Universidad Autónoma del Estado de Morelos; César Torres Segundo(cetose@gmail.com), Universidad Autónoma del Estado de Morelos; Josefina Vergara Sánchez(vergara@uaem.mx), Universidad Autónoma del Estado de Morelos; Gregorio Bahena Delgado(gbahena20@yahoo.com.mx), Universidad Autónoma del Estado de Morelos; Aarón Gómez Díaz(agomezd@uaemex.mx), Universidad Autónoma del Estado de México; Pedro Guillermo Reyes Romero(pgrr.uaemex@gmail.com), Universidad Autónoma del Estado de México; Horacio Martínez Valencia(hm@icf.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

Actualmente la industria textil es causa principal de la polución del agua, debido a que requiere gran cantidad de esta para sus procesos productivos. De 100 a 200 L de agua son necesarios para producir un kilogramo de productos textiles. Los efluentes textiles contienen deshechos nocivos que afectan el medio ambiente, la flora y la fauna acuática. Algunos de estos agentes surfactantes son fenoles, metales pesados, aniones tóxicos como el sulfuro (presente en algunos colorantes), entre otros. La zeolita es un mineral natural usado comúnmente como absorbente, por su porosidad, adsorción e intercambio iónico. Existe una gran diversidad de Zeolitas, las más comunes son la mordenita, clinoptilolita, heulandita, phillipsita, eroinita y chabazita. La alta eficiencia de adsorción de la Zeolita está relacionada a la gran superficie interna que esta posee. Cuando el tamaño del poro disminuye se produce un incremento significativo del potencial de adsorción. Este mineral absorbente ha sido reportado en varias investigaciones para la eliminación de colorantes. Este trabajo tiene como objetivo evaluar la degradación del colorante textil azoico Naranja Directa 39 (ND39) con Zeolita natural como catalizador, en un tratamiento de 120 minutos, mediante la interacción con Plasma generado a presión atmosférica. La concentración inicial del colorante es 1.0 mM a un volumen inicial de 250 mL y 1.0 g de Zeolita. Los resultados indican que se logra disminuir la coloración de las muestras en función del tiempo de tratamiento, esto se verifico mediante el espectro de Absorción en el intervalo UV/Vis y obteniendo el valor de Carbono Orgánico Total (COT) y la Demanda Química de Oxigeno (DQO). Durante el tratamiento se monitoreo el cambio del pH y la conductividad eléctrica. El porcentaje de remoción en 120 minutos usando Zeolita fue del 89 %. Los autores agradecen a los proyectos DGAPA IN102916, PRODEP DSA/103.5/15/6986, PROMEP 103.5/13/6626, PRODEP CA-5511-6/18-8304 y PII-43/PIDE/2013; CONACyT 268644; UAEM 4307/2017/CI.

## *Gravitación y Física Matemática*
## *Línea (online)*

M2146 **Análisis del criterio de estabilidad de Jeans para una mezcla binaria diluida en el régimen de Euler**

*José Humberto Mondragón Suárez* (joseh.mosu@gmail.com), Departamento de Física y Matemáticas, Universidad Iberoamericana; Alma Rocío Sagaceta Mejía(alma.sagaceta.mejia@gmail.com), Departamento de Física y Matemáticas, Universidad Iberoamericana; Alfredo Sandoval Villalbazo(alfredo.sandoval@ibero.mx), Departamento de Física y Matemáticas, Universidad Iberoamericana; *Expositor.*

En este trabajo se hace un análisis sobre el criterio de estabilidad de Jeans para un sistema binario en equilibrio local (régimen de Euler). Los cálculos muestran que la relación de dispersión que determina el número de ondas crítico puede establecerse por medio de un determinante simplificado gracias al uso de la velocidad promedio al construirse el sistema de ecuaciones de transporte.

M2624 **Cosmología de dos axiones ultraligeros cuadráticos como materia oscura.**

*Luis Arturo Ureña López(lurena@ugtomx.onmicrosoft.com), División de Ciencias e Ingenierías, Universidad de Guanajuato; Francisco Xavier Linares Cedeño(fran2012@fisica.ugto.mx), Instituto de Física y Matemáticas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Johnatan Osvaldo Román Herrrera* (jo.romanherrera@ugto.mx), División de Ciencias e Ingenierías, Universidad de Guanajuato; *Expositor.*

En este trabajo se analiza la dinámica cosmológica de dos campos escalares de materia oscura, cada uno con potencial cuadrático y distinta masa. El propósito es restringir la relación entre las densidades de energía que cada axión aporta, así como también estimar el rango de las masas que dichos campos pueden tener. Usando una versión modificada del código CLASS se obtienen soluciones numéricas tanto del background como de las perturbaciones lineales del modelo, con las cuales podemos construir el Mass Power Spectrum (MPS) y lo

comparamos con el caso del modelo ΛCDM. También implementamos el "criterio del área", donde comúnmente se analizan modelos alternativos a DM con resultados de simulaciones numéricas. Además, con la introducción de la técnica Markov Chain Monte Carlo (MCMC) y el algoritmo Metropolis Hastings (MHA), a través del código Monte Python realizamos el análisis estadístico para obtener restricciones para los parámetros del modelo utilizando observaciones del satélite Planck y datos estimados para Lyman-$\alpha$.

M2073 **Ontología Fractal de Montículos** *Adrián Caravantes Sepúlveda* (adrian_caravantes34@yahoo.com), Universidad Nacional Autónoma de México; Carlos García Torres(carlosg200@yahoo.com.mx), Escuela Nacional Preparatoria Número 2 " Erasmo Castellanos Quinto" , Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*
Se considera una posible interconexión entre tiempo, mereología y topología llegando a vislumbrar una hipótesis de granularidad del tejido espacio-temporal y desde un marco circunscrito a la teoría de Wheeler- De Witt podemos hacer visibles las conexiones profundas entre la teoría general de la relatividad con la mecánica cuántica. Se expone el modelo de la Ontología de Montículos para la construcción de Bunibranas (Universos Burbuja), el cual posee como ingredientes fundamentales ligados al movimiento asimétrico de Bunibranas, un crecimiento iterativo de auto-organización y una agregación de difusión limitada impulsada por una auto-potenciación, siendo por tal motivo este modelo una pieza importante relacionada a los modelos teóricos brindados por las ciencias de la complejidad natural. Se brinda un primer bosquejo conceptual para la unión entre homología y homotopía al considerar un marco cohomológico no-conmutativo con aplicabilidad a un caso físico ligado a las formas de lo continuo y lo discreto. Los corolarios preliminares de este artículo son la asunción meramente hipotética de un espacio infinito.

M2560 **One-dimensional Dirac operator with piecewise potentials in relativistic quantum mechanics** *Samantha Ana Cristina Loredo Ramírez* (sloredor1000@alumno.ipn.mx), Sección de Estudios de Posgrado e Investigación, UPIITA-IPN.; Víctor Barrera Figueroa(vbarreraf@ipn.mx), Departamento de Matemáticas, CINVESTAV del IPN, Unidad Querétaro; Vladimir Rabinovich Likhtman(vladimir.rabinovich@gmail.com), Sección de Estudios de Posgrado e Investigación, ESIME ZACATENCO, IPN.; *Expositor.*
In this work, the one-dimensional Dirac system is approached for the study of regular potentials with some applications in relativistic quantum mechanics. We study this system as a spectral problem to obtain the general solution, the dispersion relation and an example with an electrostatic potential. Finally, we construct the general solution with the spectral parameter power series (SPPS) method for one-dimensional stationary Dirac system.

M2335 **Teoría gravitacional de Chern-Simons (2+1)-dimensional** *Eddy Ariel Ramírez Trino* (egola.eart2442@gmail.com), Universidad Mayor de San Andrés; *Expositor.*
Se presentará a la gravitación formulada a partir de una teoría de Chern-Simons, con grupos de simetría local $\mathrm{ISO}(2,1)$, $\mathrm{SO}(3,1)$ y $\mathrm{SO}(2,2)$ que corresponden, respectivamente, a una teoría gravitacional sin constante cosmológica, con constante cosmológica positiva o negativa.

M1987 **Lagrangiano gravitacional efectivo y amplitud de $N$-gravitones en el formalismo línea de mundo** *Guillermo Alberto Estrada Gonzalez* (guillermo.estrada@umich.mx), Instituto de Física y Matemáticas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Christian Schubert(christianschubert137@gmail.com), Instituto de Física y Matemáticas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.*
En este trabajo se calcula el Lagrangiano efectivo gravitacional a un lazo debido a campos cuánticos escalares. El formalismo línea de mundo es usado para calcular varios términos en la expansión de campo débil del Lagrangiano efectivo para el caso de tensor de Riemann constante y se usan coordenadas normales de Riemann . También se explora la expansión a campo débil del vértice del gravitón y se estudia la amplitud de $N$-gravitones.

M2476 **Análisis de la dinámica estelar en el marco de la teoría de Rastall** *Gabino Estevez Delgado(gestevez.ge@gmail.com), Facultad de Químico Farmacobiología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.; Juan José Rivas Ramírez* (jrivas@fismat.umich.mx), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.; Joaquín Estevez Delgado(fismatumsnh@hotmail.com), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.*
En este trabajo mostramos que al imponer la invarianza del sistema de ecuaciones diferenciales ordinarias asociadas a modelos estelares, en el marco de la teoría de gravitación de Rastall para una geometría estática y esféricamente simétrica, considerando como fuentes de materia para el tensor de momento energía un fluido perfecto, bajo la acción de un generador infinitesimal; se obtiene que la ecuación de estado lineal. Para esta ecuación de estado, que complementa el sistema de ecuaciones que describen el interior de un objeto compacto mostramos que existe un punto espiral asociado a una solución que generaliza a la de Misner- Zapolsky.

M2568 **Sistemas de bosones y neutrones interactuantes.** *Alfonso Moisés Anzaldo Meneses* (answald13@gmail.com), Universität Karlsruhe; *Expositor.*
Primeramente, se hace un breve resumen de resultados conocidos de subalgebras finitas de las algebras de Weyl, la cual es el algebra envolvente universal del algebra de Heisenberg. Se hace notar que ciertos sistemas de fermiones y bosones permiten una extensión algebraica natural, asociada a ciertas subalgebras finitas de la superalgebra envolvente de Gerstenhaber, que generaliza al algebra de Weyl para el superalgebra de Heisenberg. Dichas subsuperalgebras finitas permiten la integración exacta de las ecuaciones del movimiento en la representación de Heisenberg lo cual es mostrado para Hamiltonianos cuárticos idóneos.

M1929 **Método Alternativo para la Interpretación Física de la Solución NUT** *Luis Alberto López Suarez(lalopez@uaeh.edu.mx), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo; Omar Pedraza Ortega(omarp@uaeh.edu.mx), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo; Victoria Elizabeth Cerón Angeles(vceron@uaeh.edu.mx), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo; Roberto Arceo Reyes* (roberto.arceo@unach.mx), Universidad Autónoma de Chiapas; *Expositor.*
Se realiza un análisis alternativo de la interpretación física de la solución NUT, por medio del método de la estructura de barras de soluciones axiales simétricas en coordenadas de Weyl. La solución de NUT obtenida se puede interpretar como dos barras contra rotantes de rotación infinita y con masas idénticas y una barra central estética de masa diferente.

M1930 **Modos cuasi normales de un agujero negro de Hayward-anti-de Sitter** *Omar Pedraza Ortega* (omarp@uaeh.edu.mx), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo; Roberto Arceo Reyes(roberto.arceo@unach.mx), Universidad Autónoma de Chiapas; Luis Alberto López Suarez(lalopez@uaeh.edu.mx), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo; Victoria Elizabeth Cerón Angeles(vceron@uaeh.edu.mx), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo; *Expositor.*
En este trabajo se estudian los modos cuasi normales de un agujero negro regular de Hayward-anti-de Sitter, la cual considera gravedad con constante cosmológica acoplada a electrodinámica no lineal. Para el cálculo de los modos cuasi normales se empleará el método Wentzel-Kramers-Brillouin (WKB).

M1840 **La anisotropía en un modelo cosmológico** *Fidel Arturo Hernandez Villa* (fidel_arturo01@hotmail.com), Universidad Veracruzana; Alvaro Lorenzo Salas Brito(asb@azc.uam.mx), Universidad Autónoma Metropolitana; Hilda Noemi Núñez Yépez(nyhn@xanum.uam.mx), Universidad Autónoma Metropolitana; *Expositor.*
El universo actual se considera homogéneo e isótropo a distancias del orden de varios Mpc. Datos obtenidos a partir de la radiación remanente de fondo nos dicen que ésto no siempre fue así. Para poder describir este universo se necesita inicialmente de un modelo anisótropo que, con el paso del tiempo, se isotropice. Estudiamos un modelo Bianchi de tipo I que contiene un campo escalar para modelar la materia y/o la energía obscura. Analizamos este modelo inicialmente anisótropo para estudiar la variación de la anisotropía y su eventual disipación con el paso del tiempo cosmológico. Demostramos que algunos casos simples de este modelo, que incluyen k-esencia, exhiben un comportamiento regular comenzando anisótropamente hasta alcanzar asintóticamente un universo del tipo FRW.

M2307 **Sistemas superintegrables en moduli spaces.** *Miroslava Mosso Rojas* (miroslava.mosso@gmail.com), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*
Se presenta la construcción de una familia de sistemas Hamiltonianos superintegrables en espacios moduli de conexiones planas. Éste espacio moduli es una variedad de Poisson con una nueva estructura de Poisson dada por el llamado bracket de Goldman. Presentamos tres ejemplos sencillos: El toro con una y dos componentes de frontera con el grupo G = SL(2,C), y el toro con un componente de frontera y G = SL(3,C).

M2865 **SFDM EN COSMOLOGÍA Y PERTURBACIONES LINEALES DE LA ECUACIÓN KLEIN-GORDON** *Laura Luz Parrilla De La O* (laura.parrilla@correo.nucleares.unam.mx), ICN-UNAM; Tonatiuh Matos Chassin(tmatos@fis.cinvestav.mx), CINVESTAV; *Expositor.*
En este trabajo se propone un modelo alternativo de Materia Oscura conocido como Scalar Field Dark Matter, en el cuál se considera un campo escalar complejo con un potencial cuártico, debido a una autointeracción del campo, en el contexto cosmológico estándar. Este campo representa una partícula bosónica de Spin -0 cuya masa es ultraligera, del orden de $m \sim 10^{-22} eV$. En la literatura, diversos trabajos han estudiado la evolución dinámica de este campo escalar como la componente de la densidad de materia Oscura del Universo con favorables consistencias a escalas cosmológicas comparables con el modelo de Materia Oscura Fría (CDM) y más aún, con prometedores resultados en cuanto a los desafíos a pequeña escala que el Modelo CDM ha evidenciado. En nuestro trabajo se empleó un ansatz para el campo escalar, el cuál nos permite descomponer las ecuaciones Einstein-Klein-Gordon en una versión análoga a la Hidrodinámica. Ésto nos permite identificar las variables hidrodinámicas de peso en el comportamiento del campo y a su vez, resolver, casi por completo de manera analítica, el sistema de ecuaciones del background y de las correspondientes a las perturbaciones cosmológicas. Se incluye además, una formulación más general de estas ecuaciones, considerando

una interacción adicional (sumamente pequeña pero de relevancia) asociada a la carga del campo escalar, obteniendo así un sistema de ecuaciones Einstein-Klein-Gordon-Maxwell. De modo que en un trabajo futuro, sea posible determinar dos parámetros cuyo impacto podría ser medible en diversos fenómenos astrofísicos: la carga del campo escalar $q$ y la cantidad asociada a la posible interacción entre el campo escalar y la materia bariónica $Q$.

M2397 **Propiedades termodinámicas en sistemas binarios estacionarios de Kerr-Newman** *Roberto Iván Cabrera Munguía* (icabreramunguia@gmail.com), Universidad Autónoma de Ciudad Juárez; *Expositor.*
En esta plática estudiaremos las propiedades físicas y termodinámicas relacionadas con los horizontes de eventos de un sistema binario estacionario de hoyos negros de Kerr-Newman, luego de establecer y resolver adecuadamente las condiciones de regularidad y la ausencia de la carga magnética, Finalmente, se presenta el caso límite extremo de la solución y algunas propiedades físicas.

M2439 **La norma de Frobenius para el Reconocimiento de Transiciones de Fase Cuánticas.** *Danaheb Naomi Navarro Durán* (danaheb19@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad nacional autónoma de México; Carlos Alfredo Norzagaray Márquez(carlosnorzagaray@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad nacional autónoma de México; Jorge Chavez Carlos(jorge.chavez@ciencias.unam.mx), Instituto de Ciencias Físicas, UNAM; *Expositor.*
Las transiciones de fase cuánticas (QPT por sus siglas en inglés) se asocian principalmente a cambios abruptos vistos en la densidad de niveles de energía en un sistema, este concepto está basado en la llamada "fidelidad cuántica" [1]. Algunos estudios han vinculado esta fenomenología interpretándola en términos geométricos utilizando la curvatura de Ricci, donde la QPT ocurre cuando para ciertos valores de los parámetros en el límite termodinámico se observa que la brecha de energías alrededor del estado base del sistema es muy cercana entre sí [2].
En este trabajo se presenta la Norma de Frobenius [3] como una cantidad semejante al escalar de Ricci, que permite reconocer las transiciones de fase cuánticas en el límite termodinámico, de manera que se pueda determinar la estabilidad de un sistema cuántico integrable. El modelo utilizado corresponde a un Hamiltoniano cuántico que tiene un potencial cuártico y que presenta una inestabilidad relacionada con la QPT en su límite clásico. La ventaja que presenta la Norma de Frobenius es que es una observable más sencilla de calcular y brinda información relevante para las QPT. P. Zanardi, P. Giorda and M. Cozzini, Phys. Rev. Lett. 99, 100603 (2007)
[2]D. González, D. Gutiérrez-Ruiz and J. D. Vergara, Phys. Rev. E 99, 032144 (2019)
[3] M. Pandey, et al, arXiv:2004.05043v1 [quant-ph]

M1941 **Dispersión de ondas escalares debido a un agujero de Hayward inmerso en un campo magnético** *Pedro Josué Hernández Penagos* (pedrojosuehernandez01@gmail.com), Universidad Autónoma de Chiapas; Roberto Arceo Reyes(roberto.arceo@unach.mx), Universidad Autónoma de Chiapas; *Expositor.*
Los agujeros negros son objetos en el Universo tan densos que ni siquiera la luz puede escapar de su campo gravitacional. La existencia de este tipo de objetos en el núcleo de las galaxias ha sido confirmada el año pasado por el Telescopio de Horizonte de Eventos. Los campos magnéticos son uno de los constituyentes del espacio cósmico y uno de los principales generadores de la dinámica de la materia que interactúa en el Universo. Diversas observaciones astronómicas implican la existencia de campos magnéticos de gran intensidad cerca de agujeros negros supermasivos en núcleos galácticos activos. En este trabajo se utiliza la teoría de dispersión cuántica para analizar una ecuación de onda escalar de un agujero negro de tipo Hayward inmerso en un campo magnético. Se realiza un análisis numérico de la sección eficaz de absorción y de la sección eficaz de dispersión.

M2153 **CAMPOS ESCALARES COMO CANDIDATOS A ENERGÍA OSCURA** *Ana Luisa Alcalá Ramírez* (anaar.0305@gmail.com), Universidad Autónoma de Zacatecas; Miguel Ángel García Aspeitia(aspeitia@fisica.uaz.edu.mx), Universidad Autónoma de Zacatecas; Sinuhé Lizandro Hinojosa Ruiz(sinhue@fisica.uaz.edu.mx), Universidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.*
En esta investigación mostraremos algunos detalles teóricos de como los campos escalares pueden ser candidatos a entender la aceleración de nuestro universo y con ello la energía oscura. Entre nuestros candidatos a estudiar están los campos tipo k-esencia y phantom, discutiendo pros y contras de dichos modelos. Así mismo, mostraremos los primeros resultados de un análisis de dichos modelos usando cronómetros cósmicos, constriñendo los diferentes parámetros y realizando comparaciones con el modelo estándar cosmológico.

M2024 **Efficient calculation of the effective action in quantum electrodynamics** *Christian Schubert(christianschubert137@gmail.com), Universidad Michoacána de San Nicolás de Hidalgo; James Edwards(james.p.edwards@umich.mx), Universidad Michoacána de San Nicolás de Hidalgo; Nabanita Dasgupta Schubert(nitaschubert@gmail.com), Universidad Michoacána de San Nicolás de Hidalgo; Isaí Raya Farías* (irayaf85@gmail.com), Universidad Michoacána de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.*

We apply the worldline formalism to the calculation of certain infinite series of terms in the effective action in scalar and spinor quantum electrodynamics.

M2401 **Geodésicas en la métrica de Schwarzschild, una solución numérica** *César Ángel Duarte Ortiz* (cesar.duartertz@uanl.edu.mx), Universidad Autónoma de Nuevo León; Sao Leija Flores(sao.leijafl@uanl.edu.mx), Universidad Autónoma de Nuevo León; Freddy Arturo Flores Galván(freddy.floresglv@uanl.edu.mx), Universidad Autónoma de Nuevo León; Francisco Vicente Flores Baez(francisco.floresbz@uanl.edu.mx), Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional; *Expositor.*
En este proyecto se resolverán numéricamente las ecuaciones de las geodésicas de Schwarzschild para un planeta ligero que está inmerso en un espacio-tiempo deformado por una estrella masiva, axialmente simétrica y estática, esto con base en la teoría general de la relatividad. Se analizarán los casos posibles para un planeta cercano o lejano a un objeto que produce una deformación en el espacio-tiempo. Además, se resolverán también las mismas ecuaciones para una partícula sin masa.

M2710 **Variedades estadísticas y espacios-tiempo máximamente simétricos** *Diego Domínguez Rivas* (diegodr@ciencias.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; César López Monsalvo(cslm@azc.uam.mx), Conacyt – Universidad Autónoma Metropolitana – Azcapotzalco; *Expositor.*
En esta plática presentaremos, a partir de una construcción basada en geometría de la información, una forma posible en la que espacios-tiempo máximamente simétricos puedan ser considerados pseudo-variedades estadísticas.

M2541 **Acción de conexión pura para gravedad** *José Eduardo Rosales Quintero* (jeduardo.rosales@correo.buap.mx), Preparatoria 2 de Octubre, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Sol María Hernández Hernández(sol.hernandezher@correo.buap.mx), Facultad de Ingeniería, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Víctor Manuel Vázquez Báez(manuel.vazquez@correo.buap.mx), Facultad de Ingeniería, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*
La formulación usual de la gravedad es descrita por medio de considerar una funcional Lagrangiana que depende esencialmente de la métrica del espacio-tiempo $\mathcal{M}$, el cual se considera como una variedad pseudo-Riemanniana. Siendo la métrica el objeto central de la teoría, resulta bastante interesante el hecho de poder reformularla considerando no a la métrica, no como un objeto fundamental, sino como un objeto derivado de otro. Dentro de las diferentes propuestas que podemos hallar en la literatura, existe una, que considera a la conexión, definida por medio de un haz principal sobre $\mathcal{M}$, como nuestro campo fundamental. Consideraremos algunos grupos de simetría interna sobre esta variedad y observaremos que dadas ciertas condiciones podemos obtener soluciones particulares de las ecuaciones de Einstein, conocidas como maximalmente simétricas, es decir, espacios de Sitter, anti de Sitter o planos.

M2612 **Bosones ultraligeros de materia oscura con potencial tipo Axion** *Francisco Xavier Linares Cedeño* (francisco.linares@umich.mx), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Alma Xochitl González-Morales(alma.gonzalez@fisica.ugto.mx), Universidad de Guanajuato; Luis Arturo Ureña López(lurena@fisica.ugto.mx), Universidad de Guanajuato; *Expositor.*
En esta plática revisaremos las implicaciones cosmológicas de un modelo de materia oscura de campo escalar cuando se considera un potencial tipo Axion. Analizaremos algunos observables cosmológicos como el espectro de potencia de materia 3D y 1D, así como también veremos cómo el factor de crecimiento de las perturbaciones depende explícitamente del número de onda en este tipo de modelos. Mostraremos la predicción de nuestro modelo en lo que respecta a la función de halo de masa para estructuras a pequeña escala, y finalizaremos con los resultados del análisis estadístico que llevamos a cabo usando datos del satélite Planck 2015 para restringir los parámetros del modelo.

M1955 **Explorando el polinomio como teoría f(R).** *Francisco Guadalupe Jimenez Lopez* (francisco.jimenezlo@uanl.edu.mx), Universidad Autónoma de Nuevo León; Andrés Soria Sánchez(andres.soriasa@uanl.edu.mx), Universidad Autónoma de Nuevo León; Amanda Vanessa Fajardo Garcia(amanda.fajardogr@uanl.edu.mx), Universidad Autónoma de Nuevo León; *Expositor.*
Presentamos un polinomio como teoría f(R) que se acople al modelo Lambda-CDM para z<1.0 utilizando cronómetros cósmicos.

M2771 **El principio de Huygens: Una mirada desde la geometría de contacto y su aplicación a los metamateriales** *David García-Peláez Cruz* (dagarpel@gmail.com), Universidad Autónoma Metropolitana — Azcapotzalco; César López Monsalvo(cslm@azc.uam.mx), Conacyt — Universidad Autónoma Metropolitana — Azcapotzalco; *Expositor.*
Un medio óptico se puede representar a través de una variedad Riemanniana $(\mathcal{M}, g)$, donde específicamente la métrica $g$ contiene la información de la propiedades electromagnéticas del medio cumpliendo con la condición de impedancia ($\mu = \epsilon$). Dicha condición restringe de manera significativa la descripción de un medio óptico real. En este modelo geométrico, el principio de Huygens para la propagación de una onda electromagnética

se puede ver como un flujo geodésico en el haz tangente unitario $ST\mathcal{M}$. Dicho flujo geodésico induce una transformación $\phi(t) = (\gamma(t), V(t))$ para $\gamma$ una geodésica en $\mathcal{M}$ y $V \in T\mathcal{M}$.
Este trabajo pretende explicar de manera clara y pedagógica la relación entre el principio de Huygens y la geometría de contacto, en donde éste es equivalente a una transformación que preserve dicha estructura. La finalidad, es poder dar una aplicación de este hecho geométrico para el diseño de metamateriales. Usar un formalismo libre de métrica nos podría permitir relajar la condición de impedancia y modificar la propagación de ondas electromagnéticas a través de un medio óptico.

M2473 **Una solución interior anisotrópica** *Joaquín Estevez Delgado(fismatumsnh@hotmail.com), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Gabino Estevez Delgado(gestevez.ge@gmail.com), Facultad de Químico Farmacobiología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.; José Vega Cabrera* (joveca@gmail.com), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.*
A partir de la ecuaciones de las ecuaciones de Einstein en una geometría estática y esféricamente simétrica en la que se tiene un fluido anisotrópico se construye y analiza una solución interior. Se muestra que la geometría es regular que la fuente de materia, densidad y presiones, en la región interior. Adicionalmente es mostrado que la rapidez del sonido, cantidad que se obtiene a través de la ecuación de estado para las presiones y la densidad, específicamente la rapidez radial obtenida de la presión radial $v_r$ y la rapidez tangencial $v_t$ obtenida de la presión tangencial, son positivas y menor que la velocidad de la luz.

M2567 **Transformaciones supercanónicas y sus representaciones unitarias.** *Alfonso Moisés Anzaldo Meneses* (answald13@gmail.com), Universität Karlsruhe; *Expositor.*
Se generalizan las transformaciones lineales canónicas dependientes del tiempo para algebras ortosimplecticas y se relacionan con Hamiltonianos cuadráticos para fermiones y bosones con términos de acoplamiento de simetrías por medio de la introducción de coeficientes definidos en algebras de Grassmann. Se obtienen los operadores autoadjuntos de evolución temporal por medio del mapeo adjunto.

M2745 **Geometría del gas de Soave-Redlich-kwong** *Alberto Sánchez Moreno(asanchez@ciidet.edu.mx), Centro Interdisciplinario de Investigación y Docencia en Educación Técnica; Salvador Enrique Villalobos Pérez* (villasalen@hotmail.com), División de Ciencias Básicas, Facultad de Ingeniería, UNAM; *Expositor.*
En este trabajo estudiamos la geometría de los gases reales modelados por la ecuación de estado de Soave-Redlich-Kwong mediante el formalismo de la Geometrotermodinámica (GTD). Se obtiene el potencial termodinámico de tal sistema a partir del conocimiento de la ecuación de estado correspondiente a dichos gases. Se calculó la capacidad calorífica, el coeficiente de expansión térmica y el coeficiente de compresibilidad isotérmica con la finalidad de mostrar que la métrica termodinámica del espacio de equilibrio termodinámico conduce a singularidades de curvatura en los mismos puntos donde tiene lugar las transiciones de fase. También encontramos que la curvatura del espacio de equilibrio termodinámico mide la interacción termodinámica como es de esperarse en los gases reales. Finalmente, concluimos que el formalismo de la GTD, que tiene como bases fundamentales la geometría diferencial y la Invariancia de Legendre, es consistente para analizar gases reales descritos por el modelo de Soave-Redlich-Kwong.

M2474 **Una solución interior cargada.** *Gabino Estevez Delgado(gestevez.ge@gmail.com), Facultad de Químico Farmacobiología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.; Joaquín Estevez Delgado(fismatumsnh@hotmail.com), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Raul Gutierrez Zalapa* (rull12008@hotmail.com), Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad Morelia, Universidad Nacional Autónoma de México; Mario Rodríguez Martínez(mrodriguez@enesmorelia.unam.mx), Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad Morelia, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*
En este trabajo se presenta una solución interior cargada para el sistema de ecuaciones de Einstein-Maxwell en un espacio tiempo estático y esféricamente simétrico. La solución depende de dos dos parámetros (w, α), uno de ellos α asociado a la carga y el otro con la masa. Es mostrado que la solución es regular al igual que las funciones hidrostáticas, densidad y presión que son positivas y monótona decrecientes, y la presión se anula sobre la frontera. Mientras que la función de carga es positiva, regular y monótona creciente, además se muestra que el modelo satisface la condición de energía.

M2719 **Simetrías y grados de libertad en la frontera para la electrodinámica topológicamente masiva en tres dimensiones** *Iraís Rubalcava García(irais11@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Jeny Juárez Susano* (jen-e@live.com.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*
Comenzando con la electrodinámica topológicamente masiva en tres dimensiones, se encontrará la correspondiente teoría en la frontera, se estudiará su dinámica, simetrías y grados de libertad en dicha frontera. Se analizan las teorías en el bulto y en la frontera y se compararán la simetrías y grados de libertad de ambas.

M2469 **Sobre las simetrías del universo y sus cantidades conservativas.** *Alejandro Garcia Torres**

*(rophten@hotmail.com), Universidad Autónoma de Nuevo León; Jesús Emmanuel Román Acosta(jesus.romanacs@uanl.edu.mx), Universidad Autónoma de Nuevo León; Juan Manuel Silva Ortiz(Juan.silvaort@uanl.edu.mx), Universidad Autónoma de Nuevo León; Ramón Ponce Soberanis(ramon.poncesbr@uanl.edu.mx), Universidad Autónoma de Nuevo León; César Efrén Valladares Rocha(cesar.valladaresra@uanl.edu.mx), Universidad Autónoma de Nuevo León; *Expositor.*
En el siguiente artículo se abordará la conceptualización física del Teorema de Emmy Noether. Se profundizará en la conservación de la energía, el momento lineal y el momento angular por medio de este teorema matemático. Para esto, se definen conceptos previos necesarios cómo el principio de Hamilton y las ecuaciones de Euler-Langrange, mismos que se utilizarán para exponer los principios conservativos. Todo esto para comprender la incógnita: ¿Por qué existen cantidades conservadas en la naturaleza?

M2422 **Cosmología con una energía del vacío motivada por no-conmutatividad** *Mauro Alexis Cordero Félix* (macf-99@hotmail.com), Universidad Autónoma de Zacatecas; Julio César López Domínguez(jlopez@fisica.uaz.edu.mx), Universidad Autónoma de Zacatecas; Javier Fernando Chagoya Saldaña(javier.chagoya@fisica.uaz.edu.mx), Universidad Autónoma de Zacatecas; Carlos Alberto Ortiz Gonzalez(ortizgca@fisica.uaz.edu.mx), Universidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.*
Se toma una propuesta para la densidad de energía del vacío formulada en el contexto de un espacio-tiempo FRW en presencia de un campo escalar minimamente acoplado pero que no conmuta con el factor de escala, lo que introduce un parámetro nuevo al modelo. Se estudia la evolución del factor de escala, y se calculan cantidades que se pueden contrastar con observaciones, tales como distancias luminosas y la edad del universo, con el fin de determinar el impacto de esas mediciones sobre los posibles valores del parámetro no-conmutativo.

M2416 **Gravedad modificada: Soluciones esféricamente simétricas** *Adrian Eduardo Valenzuela Celaya* (adrian_aevc@hotmail.com), Universidad de Sonora; Octavio José Obregón Díaz(octavio@fisica.ugto.mx), Universidad de Guanajuato; Jose De Jesus Rios Padilla(riospj2012@licifug.ugto.mx), Universidad de Guanajuato; *Expositor.*
Estamos principalmente interesados en una teoría de gravedad modificada en la forma $f(R)$, donde $f(R)$, es una función analítica del escalar de Ricci. Sustituimos la función del escalar de Ricci en la acción de Einstein Hilbert, y deducimos su ecuación de movimiento mediante un principio variacional. En ciertos límites damos alguna forma funcional para $f(R)$.

M2477 **La ecuación de estado en teoría de Finsler a través de homologías** *Rogelio Cuevas Torres* (rcuevast55@gmail.com), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Gabino Estevez Delgado(gestevez.ge@gmail.com), Facultad de Químico Farmacobiología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.; Joaquín Estevez Delgado(fismatumsnh@hotmail.com), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.*
Dentro de las teorías alternativas a la teoría de la relatividad general de Einstein una de ellas es la Teoría de Finsler, diferenciándose de algunas otras teorías porque en este caso la geometría no es simplemente una generalización de la geometría Riemanniana, sino que se considera la proyección sobre el haz tangente de una variedad. En este trabajo mostramos que en la teoría de Finsler la ecuación de estado barotrópica, que desde la perspectiva física es el resultado de los procesos microscópico, es la única que es compatible con la existencia de homologías, cuando se tiene un fluido perfecto en una región del espacio tiempo estático y esféricamente simétrico.

M2723 **Cinética del movimiento giroscópico en satélites y otros ensambles** *Carlos Figueroa Navarro* (carlos.figueroa@unison.mx), UNIVERSIDAD DE SONORA; Martín Eduardo Molinar Tabares(martinmolinar@hotmail.com), UNIVERSIDAD DE SONORA; Lamberto Castro Arce(lamberto.castro@unison.mx), UNIVERSIDAD DE SONORA; *Expositor.*
Se analiza el movimiento giroscópico aplicado en satélites y otros tipos de ensambles, mediante el estudio de la cinética en tres dimensiones, y utilizando los principios de trabajo, energía, momentos y productos de inercia. De igual manera, se incluye el concepto clave de este tema, que es el efecto giroscópico, explicado con los ángulos de Euler, y las componentes de la velocidad angular (precesión, nutación y rotación). En ese tenor, se analiza el vuelo de una nave espacial y se calcula el momento angular de diferentes configuraciones de satélites. El estudio de este tema, tiene relevancia en investigaciones de ingeniería de control e industria aeroespacial; los métodos que se discuten en este trabajo, son parte sustancial de la dinámica involucrada.

M1991 **Agujeros de gusano ¿A dónde nos llevan?** *Ian Campos Gutierrez* (ian.camposgrz@uanl.edu.mx), Universidad Autónoma de Nuevo León; Amanda Vanessa Fajardo Garcia(amanda.fajardogr@uanl.edu.mx), Universidad Autónoma de Nuevo León; *Expositor.*
Se exploran las diferentes métricas para los agujeros de gusano, establecer limitaciones en su adaptación física y análisis general de los modelos.

M2495 **Análisis numérico de las ecuaciones de Einstein-Dirac para sistemas estáticos en simetría**

**esférica** *Carlos Enrique Escobar Santiago* (charles07@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Jesús Aaron Flores Prudente(jaf.prudente@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Juan Carlos Degollado Daza(jcdegollado@ciencias.unam.mx), Instituto de Ciencias Físicas; *Expositor.*
En este trabajo se analizan las soluciones estáticas al sistema Einstein-Dirac en simetría esférica. Las soluciones al sistema acoplado se conocen como Estrellas de Dirac y representan estados clásicos ligados autogravitantes que generalizan a las estrellas de neutrones. En el contexto de objetos compactos en relatividad general son la continuación lógica de estudio a sistemas como las estrellas bosónicas, sistemas de Einstein-Yang-Mills, estrellas de Proca, etc. Se resuelven numéricamente las ecuaciones de Einstein acopladas a la ecuación de Dirac y con ello se estudian las propiedades de estabilidad de dichas soluciones.

M2163 **Compact objects in unimodular gravity** *Josue Vergara Ruvalcaba* (josue.vergara@fisica.uaz.edu.mx), Universidad Autónoma de Zacatecas; Miguel Ángel García Aspeitia(aspeitia@fisica.uaz.edu.mx), Universidad Autonoma de Zacatecas; Sinuhé Lizandro Hinojosa Ruiz(sinhue@fisica.uaz.edu.mx), Universidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.*
La gravedad unimodular proporciona un marco teórico que permite la no conservación de energía-momentum, con posibles implicaciones para el problema de constante cosmológica. Esto es importante para estudiar las predicciones de la gravedad unimodular en otros regímenes gravitacionales. En este trabajo se estudian dinámicas estelares bajo el supuesto de la no conservación de energía-momentum. Encontramos que los objetos de densidad constante pueden ser tan compactos como los agujeros negros de Schwarzschild. Para los objetos politrópicos, encontramos modificaciones debido a la no conservación de energía-momentum que conduce a efectos considerables que podrían verse limitados con los datos observacionales. Además, revisamos y aclaramos la solución Reissner-Nordström en gravedad unimodular. También estudiamos el colapso gravitacional y discutimos las posibles implicaciones para el crecimiento de la estructura.

M2434 **La Norma de Frobenius para el Reconocimiento de Transiciones de Fase Cuánticas** *Danaheb Naomi Navarro Durán(danaheb19@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, UNAM; Carlos Alfredo Norzagaray Márquez* (carlosnorzagaray@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, UNAM; Jorge Chávez Carlos(jorge.chavez@ciencias.unam.mx), Instituto de Ciencias Físicas, UNAM; *Expositor.*
Las transiciones de fase cuánticas (QPT por sus siglas en inglés) se asocian principalmente a cambios abruptos vistos en la densidad de niveles de energía en un sistema, este concepto está basado en la llamada "fidelidad cuántica" [1]. Algunos estudios han vinculado esta fenomenología interpretándola en términos geométricos utilizando la curvatura de Ricci, donde la QPT ocurre cuando para ciertos valores de los parámetros en el límite termodinámico se observa que la brecha de energías alrededor del estado base del sistema es muy cercana entre sí [2].
En este trabajo se presenta la Norma de Frobenius [3] como una cantidad semejante al escalar de Ricci, que permite reconocer las transiciones de fase cuánticas en el límite termodinámico, de manera que se pueda determinar la estabilidad de un sistema cuántico integrable. El modelo utilizado corresponde a un Hamiltoniano cuántico que tiene un potencial cuártico y que presenta una inestabilidad relacionada con la QPT en su límite clásico.

La ventaja que presenta la Norma de Frobenius es que es una observable más sencilla de calcular y brinda información relevante para las QPT.
[1] P. Zanardi, P. Giorda and M. Cozzini, Phys. Rev. Lett. 99, 100603 (2007)
[2] D. González, D. Gutiérrez-Ruiz and J. D. Vergara, Phys. Rev. E 99, 032144 (2019)
[3] M. Pandey, et al, arXiv:2004.05043v1 [quant-ph]

M2403 **Un análisis cualitativo del tensor de Einstein** *Freddy Arturo Flores Galván* (freddy.floresglv@uanl.edu.mx), Universidad Autónoma de Nuevo León; Sao Leija Flores(sao.leijafl@uanl.edu.mx), Universidad Autónoma de Nuevo León; César Ángel Duarte Ortiz(cesar.duartertz@uanl.edu.mx), Universidad Autónoma de Nuevo León; Francisco Vicente Flores Baez(francisco.floresbz@uanl.edu.mx), Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional; *Expositor.*
Se hará un análisis acerca de la información geométrica del espacio-tiempo que engloba el tensor de Einstein, haciendo énfasis en el concepto de curvatura para superficies en $\mathbb{R}^3$ que se define en términos de la variación del vector normal a dicha superficie. No obstante, también, para el caso de una variedad, donde sabemos que no se puede hablar de vectores normales, pues no hay un "ambiente" donde definirlos. Por lo tanto, se hará un enfoque general sobre la importancia que tiene el tensor de Riemann en este tipo de variedades.

M2406 **Interacciones entre materia y energía oscura** *Javier Fernando Chagoya Saldaña(javier.chagoya@fisica.uaz.edu.mx), Unidad Académica de Física de la Universidad Autónoma de Zacatecas; Antonio Pérez Cortés* (antonio.perez@fisica.uaz.edu.mx), Unidad Académica de Física de la Universidad Autónoma de Zacatecas; Carlos Alberto Ortiz Gonzalez(ortizgca@fisica.uaz.edu.mx), Unidad Académica de Física de la Universidad Autónoma de Zacatecas; Julio César López Domínguez(jlopez@fisica.uaz.edu.mx), Unidad*

*Académica de Física de la Universidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.*
Se revisa el estado del arte de las propuestas de interacciones entre materia y energía oscura. Se estudia una propuesta de interacción en el formalismo de gravedad de Rastall, explorando la equivalencia entre dicho formalismo y la Relatividad General y señalando las diferencias que surgen una vez que se la asigna una interpretación física al tensor de energía-momento de un formalismo u otro. Se estudia la evolución de las densidades de energía y materia a partir de las ecuaciones de Friedmann y de conservación en el formalismo de Rastall.

M2499 **Transformaciones de Lorentz: Tensor antisimétrico de campo y su dual.** *Carlos Aráoz Alvarado* (carlosaraoz@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Valeri Dvoeglazov(valeri@fisica.uaz.edu.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.*
En este trabajo analizamos las leyes de transformación del tensor antisimétrico de campo y su dual, así cómo las leyes de transformación del campo eléctrico y magnético, bajo las transformaciones de Lorentz en forma de un bivector. Las transformaciones de Lorentz son transformaciones entre dos sistemas coordenados visto por dos observadores en movimiento uniforme relativo, aunque pueden ser generalizadas para sistemas no-inerciales. Se encuentra una conexión entre la expresión resultante para un bivector formado de esos campos, con la expresión deducida de las reglas de transformación de Wigner para funciones cuánticas de spin-1 de partículas masivas siguiendo el artículos de Weinberg [1] y Dvoeglazov et al. [2]. Se encuentra el mapeo entre el tensor antisimétrico y el formalismo con 2(2S+1)-componentes del campo de 6-"spinores" de Weinberg siguiendo el artículo de Dvoeglazov [3].
[1] S. Weinberg, Phys. Rev. B133 (1964) 1318. [2] V. Dvoeglazov, et al. Found. Phys. Lett. 19 (2006) 195-200. [3] V. Dvoeglazov, Int. J. Theor. Phys. 37 (1998) 1915-1944.

M2400 **Geodésicas en la métrica de Kerr, una solución numérica** *Sao Leija Flores* (sao.leijafl@uanl.edu.mx), Universidad Autónoma de Nuevo León; César Ángel Duarte Ortiz(cesar.duartertz@uanl.edu.mx), Universidad Autónoma de Nuevo León; Freddy Arturo Flores Galván(freddy.floresglv@uanl.edu.mx), Universidad Autónoma de Nuevo León; Francisco Vicente Flores Baez(francisco.floresbz@uanl.edu.mx), Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional; *Expositor.*
El objeto de estudio de este proyecto esta basado en la teoría general de la relatividad y serán las ecuaciones de las geodésicas de Kerr para un planeta ligero inmerso en un espacio-tiempo deformado por una estrella que rota, masiva, y esférica, dichas ecuaciones se resolverán numéricamente. Se analizarán los casos posibles de un planeta cercano o lejano a un objeto que produce una deformación en el espacio-tiempo. Así mismo las mismas ecuaciones, esta vez, para una partícula sin masa también serán consideradas.

M2779 **El campo de Klein-Gordon en espacios-tiempo con fronteras** *Iraís Rubalcava García(irais11@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Manuel Eduardo Hernández García* (manuelehernandez.12@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*
Se estudia el campo de Klein-Gordon en un espacio-tiempo con fronteras. Adicionalmente se construye la correspondiente teoría en la frontera. Se muestra la relación entre las propiedades de la teoría en el bulto y la frontera. Dado lo manejable de la teoría también podremos aprender cosas sobre la relación a nivel cuántico de ambas teorías.

M2478 **Un teorema sobre la no existencia de soluciones tipo Weyl con un campo escalar en teoría de Rastall.** *Gabino Estevez Delgado(gestevez.ge@gmail.com), Facultad de Químico Farmacobiología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.; Joaquin Estevez Delgado* (fismatumsnh@hotmail.com), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.*
La métrica de Weyl es un caso particular de un espacio tiempo estático y axialmente simétrico, que en el caso de las ecuaciones de Einstein en el vacío permite obtener soluciones a partir de una solución de la ecuación de Laplace en un espacio plano de dimensión tres. La métrica de Wely no necesariamente se tiene para cualquier tensor de momento energía, su existencia requiere que la raíz del producto de los vectores de Killing estático y axial sea una función armónica. En este trabajo se demuestra un teorema sobre la no existencia de soluciones tipo Weyl en la teoría de Rastall con fuentes dadas por un tensor de momento energía que describe un campo escalar con acoplamiento mínimo.

M2721 **Construyendo la teoría en la frontera, su dinámica y grados de libertad** *Iraís Rubalcava García* (irais11@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*
Dada una teoría de campo en una región del espacio-tiempo con fronteras, definida por un principio de acción, proponemos un método para construir la correspondiente teoría en la frontera. Entre otras cosas, somos capaces de contar e identificar los grados de libertad en la frontera sin la necesidad de fijar la norma u otras suposiciones a priori. Ejemplificamos este método analizando la, ampliamanete estudiada, teoría abeliana de Chern-Simons en tres dimensiones y su conexión con el Efecto Hall Cuántico. Esta propuesta nos permite clarificar muchas preguntas

abiertas concernientes al estudio de teorías de campo en espacios-tiempo con fronteras con toda generalidad.

M2200 **Estudio de los estados coherentes del oscilador armónico en el espacio fase desde la perspectiva de la Electrodinámica Estocástica** *José Francisco Pérez Barragán* (jfcoperezb@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias de la UNAM; Luis Fernando De La Peña Auerbach(luis@fisica.unam.mx), Instituto de Física de la UNAM; *Expositor.*
Mediante el análisis en el espacio fase de la interacción de un oscilador armónico con el campo electromagnético de punto cero, o CPC, y con una onda electromagnética externa, desde el marco teórico de la Electrodinámica Estocástica; se encontró que este sistema físico alcanza una situación de equilibrio, en promedio, cuando las frecuencias del oscilador y la onda externa coinciden, es decir, cuando están en resonancia. Más aun, se halló que las propiedades de este sistema resonante "clásico" coinciden con aquellas de los estados coherentes del oscilador armónico cuántico.

M2569 **La representacion adjunta, las fórmulas de BCH y las superfunciones matriciales.** *Alfonso Moisés Anzaldo Meneses* (answald13@gmail.com), Universität Karlsruhe; *Expositor.*
Se resalta y se ejemplifica en diversos casos, que la representación adjunta permite una solución elemental de fórmulas de BCH por medio de la representación espectral de las funciones matriciales involucradas. Se revisa primero el caso de las algebras de Lie semisimples y se muestra en cierto detalle como iniciar la generalización al problema asociado a superalgebras elementales utilizando métodos usuales de superanálisis.

M1962 **Enfoque algebraico $SU(2)$ del modelo de Jaynes-Cummings con k-fotones** *Didier Ojeda Guillén* (dojedag@ipn.mx), Escuela Superior de Cómputo - Instituto Politécnico Nacional; Manuel Salazar Ramírez(escomphysics@gmail.com), Escuela Superior de Cómputo - Instituto Politécnico Nacional; Roberto Daniel Mota Esteves(rdmotae@yahoo.com.mx), Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica "Culhuacán" - Instituto Politécnico Nacional; *Expositor.*
En este trabajo estudiamos el modelo de Jaynes-Cummings de 2-fotones y $k$-fotones utilizando un enfoque algebraico basado en el grupo $SU(2)$. Este método nos permite obtener de manera exacta el espectro de energía y las funciones propias de estos modelos y utiliza la realización del álgebra $su(2)$ en términos de las matrices de Pauli.

M2480 **Descripción de la estructura causal de una solución en gravedad masiva dRGT** *Gabino Estevez Delgado(gestevez.ge@gmail.com), Facultad de Químico Farmacobiología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.; Joaquín Estevez Delgado* (fismatumsnh@hotmail.com), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.*
Una de las alternativas a la teoría de la relatividad general de Einstein es la de gravedad de dRGT, que considera un termino de masa para los gravitones. Esta propuesta, a diferencia de otras de gravedad masiva, resuelve el problema del fantasma de Boulware - Deser al considerar en la Lagrangiana términos de interacción de mayor orden. En este trabajo presentamos el análisis de la estructura causal de un espacio tiempo cuadridimensional que es solución de un las ecuaciones de campo en la gravedad masiva dRGT en el vacío. La geometría analizada se caracteriza por dos parámetros, uno de ellos representa la masa y el otro refleja el efecto de la gravedad masiva. La proporción entre ellos determina la existencia de singularidades desnudas o de agujeros negros con uno o dos horizontes.

M2345 **Procesamiento digital de señales en datos del LIGO** *Jesús Fernando Terrazas Rodríguez* (al147761@alumnos.uacj.mx), Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Instituto de Ingeniería y Tecnología; Jesús Manuel Sáenz Villela(jessaenz@uacj.mx), Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Instituto de Ingeniería y Tecnología; Karen Yael Castrejón Parga(kcastrej@uacj.mx), Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Instituto de Ingeniería y Tecnología; *Expositor.*
El estudio de las ondas gravitacionales comenzó hace más de un siglo, cuando se encontró que las ondas gravitacionales son una solución de la teoría de la gravedad de Einstein. Sin embargo, fue hasta el 2015 cuando los avances tecnológicos permitieron que se detectaran ondas gravitacionales directamente. Los detectores interferométricos de ondas gravitacionales captan señales provenientes de la colisión de cuerpos compactos (Compact Binary Collision) y los datos de las detecciones están disponibles públicamente para su uso. Estos son almacenados como arreglos numéricos y son accesibles a través del Gravitational Wave Open Science Center (GWOSC) y de las paqueterías de Python PyCBC o GWpy. En este trabajo se utiliza la paquetería PyCBC y se emplean las herramientas del procesamiento digital de señales que incluye para manipular los datos y para aplicar filtros en la observación de las ondas gravitacionales detectadas, utilizando así, los mismos métodos que se emplean directamente en los sitios LIGO en la búsqueda y en la determinación de parámetros de las señales de ondas gravitacionales.

M2606 **Nonconvex image reconstruction via expectation propagation** *Isaac Perez Castillo* (isaacpc@fisica.unam.mx), IFUNAM; *Expositor.*
Tomographic image reconstruction can be mapped to a problem of finding solutions to a large system of linear equations which maximize a function that includes a priori knowledge regarding features of typical images such

as smoothness or sharpness. This maximization can be performed with standard local optimization tools when the function is concave, but it is generally intractable for realistic priors, which are non-concave. We introduce a new method to reconstruct images obtained from Radon projections by using Expectation Propagation, which allows us to reframe the problem from an Bayesian inference perspective. We show, by means of extensive simulations, that, compared to state-of-the-art algorithms for this task, Expectation Propagation paired with very simple but non log-concave priors, is often able to reconstruct images up to a smaller error while using a lower amount of information per pixel. We provide estimates for the critical rate of information per pixel above which recovery is error-free by means of simulations on ensembles of phantom and real images.

M2479 **Una transformación lineal para las funciones hidrostática en teoría de la general relatividad de Einstein y la teoria de Rastall** *Gabino Estevez Delgado(gestevez.ge@gmail.com), Facultad de Químico Farmacobiología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.; Joaquín Estevez Delgado* (fismatumsnh@hotmail.com), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.*
En este trabajo a partir de las ecuaciones de campo de una región del espacio estático y esféricamente simétrico para un fluido perfecto en dos formalismos, el de la relatividad general de Einstein y el de gravedad de Rastall. Mostrado que existe una transformación lineal para las variables hidrostaticas, de la presión y densidad de las respectivas teorías, que preserva la forma de las funciones métricas. Un elemento a resaltar es la posibilidad de transformar soluciones de un sistema con un tensor de momento energía conservativo, en el caso de la teoría de Einstein, en soluciones de una teoría son un tensor de energía momento no conservativo. Adicionalmente se discute la dificultad de construir una solución incompresible en teoría de Rastall en contraste con el caso de gravedad de Einstein

M2343 **FRECUENCIAS CUASINORMALES COMO POLOS DE LA FUNCIÓN DE GREEN** *Sulemy Alejandra Hernández Torres* (sualej10@gmail.com), Escuela Superior de Física y Matemáticas, Instituto Politécnico Nacional; Alfredo López Ortega(alfreloport@gmail.com), Escuela Superior de Física y Matemáticas, Instituto Politécnico Nacional; *Expositor.*
Frecuentemente es comentado que las frecuencias cuasinormales de los agujeros negros son los polos de la función de Green, pero hasta donde conocemos, esta idea ha sido usada explícitamente pocas veces en un ejemplo concreto. Por lo cual en este trabajo determinamos las frecuencias cuasinormales del agujero negro bidimensional de Achucarro-Ortiz, calculando analíticamente la función de Green y determinando la localización de sus polos.

M2342 **Oscilaciones normales del campo de Dirac en un agujero negro bidimensional** *Brandon Ceron Vega* (brandonceron@hotmail.com), Escuela Superior de Física y Matemáticas, Instituto Politécnico Nacional; Alfredo López Ortega(alfreloport@gmail.com), Escuela Superior de Física y Matemáticas, Instituto Politécnico Nacional; *Expositor.*
Tomando como base que para espaciotiempos bidimensionales estáticos la ecuación de Dirac se simplifica a un par de ecuaciones diferenciales radiales acopladas, para un agujero negro bidimensional asintóticamente Lifshitz obtenemos ecuaciones radiales desacopladas, y mostramos que estas admiten soluciones analíticas en las regiones cercanas a las fronteras. Finalmente, utilizando técnicas analíticas y numéricas determinamos el espectro de oscilaciones normales del campo de Dirac que se propaga en el agujero negro.

## *Óptica*
### *Línea (online)*

M2058 **GENERAL STUDY OF THE CLASSICAL AND NONCLASSICAL CONTRIBUTIONS OF THE TWO PHOTON ABSORPTION PROCESS IN ORGANIC MOLECULES** *Freiman Estiven Triana Arango* (freiman@cio.mx), Centro de Investigaciones en Óptica, A.C.; Gabriel Ramos Órtiz(garamoso@cio.mx), Universidad de Arizona (Estados Unidos); Roberto Ramírez Alarcón(roberto.ramirez@cio.mx), ICN-UNAM, México; *Expositor.*
The present work is a study of different contributions that occur in the two-photon absorption process, depending on the type of excitation source, classical and non-classical. The entangled two-photon absorption cross section (non-classical) is studied and contrasted with the random two-photon absorption cross section (classical) in different π-conjugated organic molecules.
The second-order perturbation theory predicts that two-photon absorption rate per molecule has two components: the first part is a linear variation with photon flux density ETPA (entangled photons) (Entangled Two-Photon Absorption) and the second part, is a quadratic variation with photon flux density TPA (Two-Photon Absorption) (random photons), $r_{TPA} = \sigma_e\phi + \delta_r\phi^2$. Linear trend includes entangled two-photon absorption cross section $\sigma_e$, which represents the transition probability from an initial state $\mid i\rangle$ to final state $\mid f\rangle$ through an intermediate virtual state $\parallel V\rangle$ via entangled photons. Similarly, quadratic trend represents the transition probability $\delta_r$, but with random photons. The origin of quadratic and linear dependence is due to use of entangled photons, these are, pairs of twin photons available for two-photon absorption, therefore, two-photon absorption process can be achieved with less density of photons unlike the use of random photons in which high densities of photons are required.

To perform the characterization of ETPA in organic molecules with enhanced two TPA, quantum interferometric experiment setup is developed, with this, it is possible to give a measure of $\sigma_e$ and characterize the transition. Relationship between two-photons absorption rate and photon density is presented, obtaining the linear trend proposed in theoretical model. The measurements are based on photons pair detection transmitted by the system (sample) using a coincidence counter circuit. The practical importance lies in the fact spectroscopy and two-photon microscopy has been restricted to use of high-power optical sources, due to the low efficiency of the TPA effects. In this way, the implementation of correlated (non-classical) light sources to obtain TPA is a promising alternative, since it requires low photon flux density sources, that is to say, low power. Entangled two-photon absorption has been obtained in a Rhodamine B set samples through a technique described above, based on Hong-Ou-Mandel interferometer. Rhodamine was used as standard, but that the experimental arrangement is extended for testing pi-conjugated molecules. Entangled two-photon absorption cross section of $5.3 \times 10^{-20}$ $[cm^2/molecule]$ for a 4.5 mM sample has been obtained, likewise a concentration dependence has been obtained in a good approximation with some references.

M2110 **Exfoliación electroquímica para la obtención de grafeno y su depósito sobre fibra óptica** *Fabián Ulises Pérez Monjaraz* (momonjaraz@gmail.com), UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIAPAS; Yuliana Mariem Espinosa Sánchez(mariem.espinosa@gmail.com), UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIAPAS; Ariel Flores Rosas(aros8151@gmail.com), UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIAPAS; Christian Iván Enriquez Flores(chrienri@yahoo.com.mx), UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIAPAS; Elizeth Ramírez Álvarez(elizethra@yahoo.com), UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIAPAS; Sergio Mendoza Vázquez(smendoza@unach.mx), UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIAPAS; Sergio De La Cruz Arreola(sdelacruz@upchiapas.edu.mx), UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CHIAPAS; Roger Castillo Palomera(rcastillo@upchiapas.edu.mx), UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CHIAPAS; Víctor Iván Ruíz Pérez(victoryvan1@hotmail.com), UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIAPAS; *Expositor.*

El grafeno es un material ampliamente usado en la óptica debido a que es ópticamente transparente, absorbe solo el 2.3 % de la luz visible y es altamente conductor. Una de sus aplicaciones más extendidas es en absorbedores saturables en láseres de fibra óptica, pues su uso no implica el agregar elementos extras al arreglo, tiene una baja intensidad de saturación, profundidad mayor de modulación de absorción saturable, tiempo de recuperación ultrarrápido y un rango de absorción saturable dependiente de la longitud de onda más amplio, así también tiene un costo menor y son fáciles de fabricar. Existen diferentes métodos para la obtención del grafeno, pero tienen algunas desventajas, como el tamaño de las hojuelas de grafeno resultantes, altos costos, la transparencia de las hojuelas y su resistencia. Un método más sencillo de implementar es la exfoliación electroquímica, pues tiene la ventaja de que mediante su implementación se obtienen hojuelas delgadas de alta calidad, tienen excelente conductividad, al mismo tiempo que se reduce el número de hojas unidas entre sí. En este trabajo se presentarán los resultados obtenidos de la obtención de grafeno a partir de grafito comercial, usando el método de exfoliación electroquímica y su depósito sobre fibra óptica. Se mostrará el mejor resultado obtenido, el voltaje con el que se logra el resultado, así como el método empleado para el depósito de grafeno sobre la fibra, y una forma fácil de comprobar que el grafeno se ha depositado sobre ésta.

M2152 **Displacement-curvature optical fiber laser sensor based on a modal Michelson interferometer constructed with a biconical tapered optical fiber** *Guillermo Salceda-Delgado* (guillermo.salcedadl@uanl.edu.mx), Universidad Autonoma de Nuevo Leon; Alejandro Martinez-Rios(amr6@cio.mx), Centro de Investigaciones en Optica; Victoria Celeste Rodríguez-Carreón(VRODRIGUEZC@uanl.edu.mx), Universidad Autonoma de Nuevo Leon; Mauricio Torres-Torres(MAURICIO.TORRESTRR@uanl.edu.mx), Universidad Autonoma de Nuevo Leon; Jonnathan Isaac Vega-Hernandez(jonnathan.vegahrn@uanl.edu.mx), Universidad Autonoma de Nuevo Leon; Raul Omar Garza-Sierra(raul.garzasr@uanl.edu.mx), Universidad Autonoma de Nuevo Leon; *Expositor.*

An optical fiber laser sensor based on a modal Michelson interferometer constructed with a biconical tapered optical fiber is presented. The displacement laser sensor is composed of a ring optical fiber laser that includes a modal Michelson interferometer. The modal Michelson interferometer is based on a biconical optical fiber taper, which acts as a modal coupler between core and cladding modes. The function of the modal Michelson interferometer, using a fiber optical circulator, is as follows: The core mode is launched to the port of one of the optical circulator. Then the core mode is translated to the port two of the optical circulator where the tapered optical fiber was previously connected using an optical fiber spliced machine. When the core mode propagates through the biconical taper, part of the light of the core mode is coupled to cladding modes, after this, core and cladding modes propagate through a few centimeters of a single mode fiber until they reflected back to the biconical taper by Fresnel reflection at the planar SMF planar end. The cladding mode is coupled back to the core mode. As the core and cladding modes have different effective refractive indexes, they travel different optical paths and generate a phase difference between them. Due to the

phase difference, interference occurs, and the resulting interference combination of both modes enters the optical circulator via the port two to be transferred to the port three of the optical circulator. An interference pattern is generated at the port three of the optical circulator. Including the modal Michelson interferometer in the ring cavity, the interference pattern is used as an intra-cavity wavelength filter to induce an emission of the laser at a specific wavelength. By bending the biconical taper by a linear displacement, the phase difference of the interference pattern changes, and the wavelength emission of the laser is modified. Correlating the wavelength emission to a displacement value, the displacement by bending in the biconical tapered can be determined by the wavelength emission value of the ring optical fiber laser.

M2167 **Caracterización analítica de un salto de fase generado por una placa de vidrio.**

*Diana Laura Rodriguez Valencia* (dianaseptimo2@gmail.com), Facultad de ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.; Marcela Maribel Méndez Otero(motero@fcfm.buap.mx), Facultad de ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.; Luis Manuel Arévalo Aguilar(larevalo@fcfm.buap.mx), Facultad de ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.; Maximino Luis Arroyo Carrasco(marroyo@fcfm.buap.mx), Facultad de ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.; *Expositor.*

La generación experimental de un salto de fase (generado por una placa de vidrio) en un cierta distribución de luz es de suma importancia, ya que este salto de fase representa una condición inicial necesaria para la generación de solitones ópticos espaciales en diversos medios. Particularmente, los solitones ópticos espaciales oscuros han sido generados a través de un salto de fase o un salto de amplitud, incluso solitones de alto orden también has sido generados variando únicamente el ancho de la franja oscura obtenida por el salto de fase o de amplitud [1,2]. Por tal motivo, es de gran interés contar con una caracterización analítica y experimental del ancho de esta zona oscura. Así, en este trabajo presentamos un estudio de la variación del ancho de la zona oscura generada por un salto de fase en función del espesor y de la inclinación de la placa de vidrio. Estos resultados obtenidos serán empleados posteriormente en la generación de solitones espaciales oscuros en un medio líquido. [1] Z. Chen, M. Mitchell, M. Segev, Opt. Lett. 21, 716 (1996). [2] M.M. Méndez-Otero, M.D. Iturbe-Castillo, P. Rodríguez-Montero, E. Martí-Panameño, Optics Communications, 193, 277 (2001).

M2763 **Transient absorption spectroscopy of fluorene derivative cross-conjugated polymers**

*Rodrigo Misael Barba Barba* (rmisaelbarba@gmail.com), Centro de investigaciones en óptica; Olivia Hernandez Cruz(rmisaelbarba@gmail.com), Centro de investigaciones en óptica; Gabriel Ramos Órtiz(rmisaelbarba@gmail.com), Centro de investigaciones en óptica; Ramón Carriles Jaimes(rmisaelbarba@gmail.com), Centro de investigaciones en óptica; Mikhail G. Zolotukhin(rmisaelbarba@gmail.com), Instituto de Investigaciones en Materiales, Universidad Nacional Autónoma de Mexico; Carlos Silva(rmisaelbarba@gmail.com), School of Chemistry and Biochemistry, Georgia Institute of Technology; *Expositor.*

Keywords: Polymers; Spectroscopy.
Field: Óptica

Abstract

Fluorene derivatives are known for their virtues as functional materials in optical applications in optoelectronics and biophotonics [1-3]. In cross-conjugated polymers, the connection between different aromatic blocks, i.e., fluorene moieties, is achieved through homoconjugation. In consequence, this kind of polymers exhibits similar electronic properties than truly conjugated polymers [4]. In spite of cross-conjugated polymers that might comprise a much easier and cost-effective synthesis, their photophysics has not been sufficiently studied. Here we report a study on the dynamics of excited states in a new family of fluorene derivative cross-conjugated polymer (Fig 1). The monomers of these polymers present a D-A-D structure. In PMC300 the acceptor is a benzothiadiazole (BTD) and in POH500 a naphthalene diimide (NDI), while POH496 is a copolymer made of the previous two. From these series of polymers, PMC300 used to demonstrate the implementation of nanostructured labels with quantum yields of fluorescence around 1 and a maximum two-photon absorption cross-section 104 GM. Also, it has been effectively used in PLEDs.[5-6]. Using femtosecond transient absorption spectroscopy (TA), we study the photo-dynamics of these polymers upon S0 S1 excitations. We observe big differences in relaxation dynamics (Fig. 2) for POH500 in comparison to the PMC300 and POH496 due to the NDI core where the excited states absorption (ESA) dominates the relaxation process of the polymer. In contrast in PMC300 stimulated emission (SE) dominates the relaxation process. Finally, POH500 presents a similar relaxation process to PMC300 but the competition between ESA and SE reduces the lifetime of the states around one order of magnitude. From the Transient absorption map, we propose a Jablonsky diagram explaining the relaxation process for each polymer.

References

[1] Guang SH, Loon-Seng T, Qingdong Z, Paras N. Chem Rev 2008;108:1245e330. [2] Yan Cui, Yongzhen Wu, Xuefeng Lu, Xi Zhang, Gang Zhou, Fohn B. Miapeh, Weihong Zhu, and Zhong-Sheng Wang. Chemistry of Materials 2011 23 (19):10.1021/cm202226j [3] Thomas III SW, Joly GD, Swager TM. Chem

Rev 2007;107:1339e86 [4] H.-B. Zhang et al. Polymer 2010: 10.1016/j.polymer.2010.01.027 [5] Romero-Servin, S.; Lozano-Hernández, L.-A.; Maldonado, J.-L.; Carriles, R.; Ramos-Ortíz, G.; Pérez-Gutiérrez, E.; Scherf, U.; Zolotukhin, M.G. Polymer 2016, 8, 43: 10.3390/polym8020043 [6] Aparicio-Ixta L, Ramos-Ortiz G, Pichardo-Molina JL, et al. Nanoscale. 2012;4(24): 10.1039/c2nr31925j

M1942 **Uso de un patrón de difracción para estudiar deformación de fractura sujeta a esfuerzo térmico.** *Virginia Velázquez Cruz(virginiacruz550@gmail.com), Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; Laura Daniela Fernández Madrigal(182a12015@alumno.ujat.mx), Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; Aldo Javier León Gómez* (182A12006@alumno.ujat.mx), Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; Esteban Andrés Zárate(esteban.zarate@ujat.mx), Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; Quintiliano Angulo Córdova(quintiliano.angulo@ujat.mx), Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; *Expositor.*

Usando el método de propagación del espectro angular se determinaron los modelos matemáticos de difracción asociados a la distribución de amplitud del campo difractado por una fractura rectangular e inclinada, en la región convergente y focal de un doblete cementado de distancia focal conocida. Los resultados teóricos muestran la nueva forma funcional de la función de transmitancia asociada a la fractura usada como objeto difractor. Los modelos se comprobaron experimentalmente.

M2022 **Sistema optoelectrónico basado en un láser de fibra óptica para medir múltiples magnitudes físicas** *Sergio Iván Ramírez Zavala* (sergioivanrz@gmail.com), Universidad de Guanajuato; Oscar Manuel Salazar Martínez(om.salazarmartinez@ugto.mx), Universidad de Guanajuato; Ana Dinora Guzmán Chávez(ad.guzman@ugto.mx), Universidad de Guanajuato; Everardo Vargas Rodríguez(evr@ugto.mx), Universidad de Guanajuato; Mario Alberto García Ramírez(seario@gmail.com), Universidad de Guadalajara; *Expositor.*

En este trabajo se presenta un sistema optoelectrónico basado en un láser de fibra óptica dopada con erbio para medir múltiples magnitudes físicas. Aquí, el láser tiene de cavidad Fabry-Perot formada por una rejilla de Bragg y un espejo de Faraday. Además, a nuestro arreglo, se le incorporó un atenuador óptico variable dentro de la cavidad para simular lar pérdidas ocasionadas por alguna magnitud física. Las pérdidas intracavitarias afectan el transitorio del láser, por lo que fue posible medirlas por medio del tiempo de retardo y de la frecuencia de relajación de dicho transitorio. Finalmente, se implementó una etapa electrónica de bajo costo para medir y analizar las señales de láser.

M2831 **Estudio de la resolución axial en la tomografía de óptica coherente basada en coherencia inducida considerando un bombeo pulsado** *Arturo Rojas-Santana* (a00825456@itesm.mx), Tecnológico de Monterrey; Gerard J. Machado(gerard.jimenez@icfo.eu), Institut de Ciencies Fotoniques, The Barcelona Institute of Science and Technology,; Dorilian Lopez-Mago(dlopezmago@tec.mx), Tecnológico de Monterrey; Juan P. Torres(juanp.torres@icfo.eu), Institut de Ciencies Fotoniques, Universitat Politecnica de Catalunya.; *Expositor.*

La tomografía de óptica coherente (OCT) es una técnica no invasiva permite obtener imágenes en 3D con alta resolución axial. Esta basada en el principio de interferometría de baja coherencia. Existe un gran interés por desarrollar esquemas de OCT que aprovechen las propiedades cuánticas de la luz para expandir el campo de sus aplicaciones. El esquema de OCT basada en coherencia inducida (ICT) hace uso de dos fuentes de pares de fotones. Comúnmente en estos experimentos utilizan un bombeo continuo o de pulsos de picosegundos de longitud de onda $\lambda_p$ en cristales no lineales para generar los pares de fotones entrelazados de $\lambda_{s_{1,2}}$ y $\lambda_{i_{1,2}}$ por el proceso de conversión paramétrica descendente espontánea (SPDC). Midiendo la función de correlación de primer orden entre los fotones de $\lambda_{s_1}$ y $\lambda_{s_2}$ se puede estudiar las propiedades de la muestra como el grosor $d$ e índice de refracción $n_0$ utilizando fotones sin detectar, es decir fotones de frecuencia $\lambda_{i_1}$. La resolución axial esta limitada por el ancho de banda espectral definido por la longitud de los cristales. En el presente trabajo analizamos los factores fundamentales que definen la resolución axial en ICT pero considerando un bombeo pulsado para generar los pares de fotones. Encontramos que el entrelazamiento cuántico en frecuencia del par de fotones generados por SPDC con bombeo continuo, no es un requisito fundamental para observar OCT basada en coherencia inducida [arXiv:2005.03741]. La función de correlación de primer orden depende del producto de dos funciones $\left|g^{(1)}_{s1,s2}(T_1)\right| = \mathrm{tri}\left(\frac{T_1}{DL}\right) \times \exp\left[-\frac{1}{16T_0^2}\left[\left(1-\frac{2D_+}{D}\right)T_1\right]^2\right]$, donde tri es la función triángulo, $T_0$ la duración del pulso, $D_+ = N_p - (N_s + N_i)/2$, $D = N_i - N_s$ ($N_{p,s,i}$ sin el inverso de la velocidad de grupo), $T_1 = \Delta z/c$, $\Delta z$ es la diferencia de camino óptico y $c$ la velocidad de la luz.

Como caso de estudio, consideramos un láser de bombeo de $\lambda_p = 660nm$, $T_0 = 100fs$ en cristales de KTP de $L = 10mm$ que generan pares de fotones de $\lambda_{s_{1,2}} = 795nm$ y $\lambda_{i_{1,2}} = 3850nm$ [6]. Considerando una muestra con $d = 5\mu m$ y $n_0 = 1.5$. Obtenemos $D = 12.2fs/mm$, $D_+ = 152.5fs/mm$ con $T_0 \approx DL$. El interferograma presenta un efecto interesante que revela que el grosor óptico es de $17\mu m$ lo cual permite que resolver la muestra. Este desplazamiento queda dado por $\Delta_d = 2\frac{D+2D_+}{D-2D_+}n_0 d$. Concluimos que la tomografía de óptica coherente basada coherencia inducida puede beneficiarse con súper resoluciones axiales y altas tasas de emisión de fotones

combinando un bombeo pulsado con cristales con longitud de milímetros.

M2556 **Diseño y manufactura de sistema optomecatrónico para detección de anomalías visuales relacionadas con la retinopatía diabética usando redes neuronales** *Miguel Ángel Santacruz Belmontes* (santacruzbelmontesma@gmail.com), Universidad Tecnológica de León; Heraclio García Cervantes(hgarcia@utleon.edu.mx), Universidad Tecnológica de León; Alan David Blanco Miranda(ablanco@utleon.edu.mx), Universidad Tecnológica de León; Dante Alonso Hernández Tapia(dante1818@hotmail.com), Universidad Tecnológica de León; *Expositor.*

En el presente trabajo se muestra el prototipo diseñado para un sistema optomecatrónico de estimulación visual y captura de imágenes de fondo de ojo para su posterior análisis por medio de redes neuronales para su clasificación y comparación con parámetros médicos y contribuir así en una detección temprana de pacientes con posibles padecimientos de retinopatía diabética. Según los resultados obtenidos, esta metodología podría utilizarse en la exploración de la percepción visual a los colores e implementar un sistema de adquisición y diagnóstico, asistido por una computadora capaz de detectar y diagnosticar automáticamente la diabetes sin retinopatía (retina sana) y las primeras etapas de la retinopatía diabética no proliferativa a partir del análisis de criterios clínicos de una imagen de fondo de ojo obtenida por un sistema de adquisición de imágenes, todo esto utilizando una red neuronal convolucional.

M2050 **Prueba de Shack- Hartmann con micro-orificios, empleando diferentes fuentes de iluminación** *Alberto Jaramillo Nuñez(ajaramil@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofisíca Óptica y Electrónica; Efrén Santamaría Juárez* (jse_myb_tk@hotmail.com), Instituto Nacional de Astrofisíca Óptica y Electrónica; Alejandro Cornejo Rodríguez(acornejo@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofisíca Óptica y Electrónica; *Expositor.*

Una de las aplicaciones importantes, recientemente desarrolladas, en el campo de Pruebas Óptica; es la debida a lo que se conoce como la prueba de Shack-Hartmann. En ella se utiliza una placa con orificios de 4-5 mm dentro de las cuales son colocadas lentes de distancia focal corta. En este trabajo, los orificios con lentes se substituyen por orificios pequeños de 5-10 micras; pero como parámetro adicional, en el experimento, se utilizaron diferentes fuentes de iluminación para observar sus efectos en los patrones observados al analizar una superficie óptica cóncava.

M1973 **Focalización de luz mediante metalentes plasmónicas de Nitruro de Titanio** *Adriana Inclán Ladino* (adriana.inclanldn@uanl.edu.mx), Universidad Autónoma de Nuevo León; Abel Fundora Cruz(afundora@imre.uh.cu), Instituto de Ciencias y Tecnología de Materiales, Universidad de La Habana; Manuel García Méndez(mgarcia@fcfm.uanl.mx), Universidad Autónoma de Nuevo León; Victor M. Coello Cárdenas(vcoello@cicese.mx), Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada; Rafael Salas-Montiel(rafael.salas_montiel@utt.fr), Universidad Tecnológica de Troyes; Ricardo Tellez-Limon(rtellez@conacyt.mx), CONACYT-CICESE, Unidad Foránea Monterrey; *Expositor.*

Las metalentes plasmónicas son diminutas superficies planas nanoestructuradas que han sido ampliamente estudiadas por su capacidad de focalizar luz en regiones del espacio cercanas al límite de difracción. Su funcionamiento se basa en la interferencia de frentes de onda provenientes de aberturas de tamaño sub-longitud de onda (esparcidores) en una película metálica delgada. Su eficiencia y diseño dependen de la geometría y posición de los esparcidores, así como de los materiales empleados en su fabricación, principalmente metales nobles. Además de las pérdidas ópticas intrínsecas por absorción, estos materiales generan gradientes de temperatura que dañan las nanoestructuras. Para superar esta limitante, el Nitruro de Titanio (TiN) ha sido estudiado y propuesto como un material plasmónico alternativo. Basados en el método de la ecuación integral, en esta contribución presentamos el diseño de metalentes cilíndricas plasmónicas de TiN para un funcionamiento análogo al de una lente esférica y al de un biprisma de Fresnel. La permitividad relativa de las películas de TiN, fabricadas por pulverización iónica reactiva, fue medida experimentalmente por elipsometría. Diversos parámetros ópticos son estudiados y comparados con los obtenidos para metalentes de Oro. Como resultado, mostramos la vialidad de utilizar TiN para desarrollar metalentes plasmónicas, abriendo nuevas perspectivas en el diseño de dispositivos planos y térmicamente estables para aplicaciones en sistemas formadores de imágenes.

M2682 **Factor de corrección de van der Pauw dependiente de la temperatura** *Jorge Alberto Polito Lucas* (jpolito@ifuap.buap.mx), Instituto de Física Luis Rivera Terraza - Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Javier González Medrano(javiergm@ifuap.buap.mx), Instituto de Física Luis Rivera Terraza - Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Francisco Javier Flores Ruiz(fflores@ifuap.buap.mx), Instituto de Física Luis Rivera Terraza - Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Ana Lilia González Ronquillo(anagr@ifuap.buap.mx), Instituto de Física Luis Rivera Terraza - Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Valentín García Vázquez(lema@ifuap.buap.mx), Instituto de Física Luis Rivera Terraza - Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*

Se presenta la técnica de van der Pauw (VDP) para determinar la resistividad eléctrica en películas delgadas

de niobio como función de la temperatura. El modelo convencional de VDP requiere de un factor de corrección f para compensar la no homogeneidad de una película, la cual puede deberse a diferentes factores, por ejemplo, la rugosidad. En este trabajo, se presentan los valores calculados del factor de corrección f a varias temperaturas obtenidos a partir de mediciones precisas de resistencia eléctrica, desde 15 hasta 290 K, en películas delgadas de niobio. Películas delgadas de 100 nm de espesor fueron preparadas mediante la técnica de magnetrón sputtering DC variando la presión de plasma durante el depósito.

M2435 **Sensor de temperatura basado en un interferómetro Mach-Zehnder con fibra monomodo** *Juan Guadalupe Ortega Morales* (jg.ortegamorales@ugto.mx), Universidad de Guanajuato; Juan Manuel Sierra Hernández(jm.sierrahernandez@ugto.mx), Universidad de Guanajuato; Daniel Jauregui Vázquez(jaureguid@ugto.mx), Universidad de Guanajuato; Julián Moisés Estudillo Ayala(julian@ugto.mx), Universidad de Guanajuato; Roberto Rojas Laguna(rlaguna@ugto.mx), Universidad de Guanajuato; *Expositor.*

En este trabajo se presenta un sensor de temperatura basado en un interferómetro intermodal tipo Mach-Zehnder. Este interferómetro fue fabricado a partir de tres segmentos de fibra monomodo empalmadas utilizando una variante de la técnica de core-offset. Aquí, tanto el revestimiento como el núcleo actúan como brazos de interferómetro, mientras que los core-offset actúan como acopladores ópticos. Así, se obtuvieron un patrón de interferencia con un contraste de franja de 60 dB. Los resultados experimentales muestran una sensibilidad a la temperatura de 21 pm/°C. Finalmente, este arreglo experimental es compacto y de bajo costo y puede tener aplicaciones industriales en diferentes áreas.

M2105 **Síntesis de un vórtice óptico perfecto usando técnicas de recuperación de fase** *Montserrat Huerta Sandoval* (montsehuertasandoval@gmail.com), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Miguel Ángel Olvera Santamaría(molvera@fcfm.buap.mx), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*

Un vórtice perfecto es una distribución de campo óptico generado por una singularidad de fase en una región anular infinitamente delgada con carga topológica independiente del radio del vórtice. Puede generarse en sistemas de transformada de Fourier que incorporan un holograma con la información para sintetizar el vórtice. Sin embargo, estas técnicas requieren una codificación basada en aproximaciones a la fase real. Por otro lado, los algoritmos tipo Gerchberg-Saxton han demostrado ser una poderosa herramienta en el diseño de campos estructurados. En este trabajo desarrollamos un algoritmo iterativo que genera la fase necesaria para sintetizar un vórtice perfecto. Este enfoque permite la recuperación sistemática de la fase que genera una distribución de intensidad anular extremadamente delgada y que porte una cantidad arbitraria de carga topológica. Consideramos que los resultados obtenidos pueden ser de interés en áreas como formación de imagen, microscopía y el diseño de campos ópticos con polarización estructurada.

M2156 **Razón de radiación termal en materiales tratados con óxido de tungsteno nanoestructurado** *Liliana De La Fuente Domínguez* (lilianadelafuente.dom@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Ciencias Físico Matemáticas; Fernando Chávez Ramírez(fernando.robles@correo.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Ciencias Químicas ICUAP; Gerardo Francisco Pérez Sanchez(francisco.perezsanchez@correo.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Ciencias Químicas ICUAP; Carlos Ignacio Robledo Sánchez(crobledo@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Ciencias Físico Matemáticas; Areli Montes Pérez(arelimp@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Ciencias Físico Matemáticas; *Expositor.*

La radiación térmica es un fenómeno de gran importancia tecnológica e industrial, ya que casi cualquier proceso o mecanismo que requiera transferencias de calor, depende de las propiedades radiativas de los materiales que se utilicen. Además, las necesidades en el campo de la tecnología frecuentemente demandan la búsqueda de materiales con propiedades muy específicas, lo que obliga a tener una mejor caracterización de estos materiales. Max Planck, obtuvo una expresión para la potencia irradiada por un cuerpo negro, que se define como un objeto que absorbe toda la energía que recibe sin reflejar nada. Sin embargo, en la realidad, los materiales no se comportan como cuerpos negros. En el presente trabajo, se estudia experimentalmente la razón de radiación termal, de cuatro diferentes muestras de manta blanca, las cuales son tratadas con óxido de tungsteno nanoestructurado, con el objetivo de determinar si el material se comporta como un cuerpo opaco. Se estudia la teoría básica de la radiación térmica de la Ley de Planck y la teoría electromagnética en la materia, se muestran resultados experimentales y la aplicación a la transferencia tecnológica.

M2938 **Modelación matemática computacional del comportamiento del voltaje crítico a distintos tamaños de gotas de cristal líquido en un PDLC** *María Concepción García Castañeda(mcgarciaca@ugto.mx), Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología-Universidad de Guanajuato.; Maury Cuna Georfrey Humberto Israel(israel.maury@ugto.mx), Departamento de Física, División de Ciencias e Ingenierías, Universidad de Guanajuato.; Mauricio Ortíz Gutiérrez(mortizg@yahoo.com), Universidad Michoacana de San Nicolás*

*de Hidalgo; Yair Israel De La Cruz Ruíz* (yi.delacruzruiz@ugto.mx), Universidad de Guanajuato; Mario Perez Cortés(mariopc@yahoo.com), Universidad Autónoma de Yucatán; *Expositor.*
Un cristal líquido disperso en un polímero (PDLC), es un material fundamental para la creación de Smart Windows. La distribución de gotas de un cristal líquido en un medio no conductor mejora las propiedades dieléctricas del PDLC que como consecuencia permite observar una respuesta electróptica al someterlo a un campo eléctrico, la problemática con estos dispositivos es el alto voltaje empleado para su funcionamiento. Al reducir el tamaño de gotas del LC en PDLC el voltaje necesario para una respuesta electróptica disminuye, en este trabajo de investigación, se redujo el tamaño de gotas de LC y se determinó el voltaje crítico mediante ecuaciones de torque elástico por unidad de volumen y ecuaciones de torques eléctricos ajustados a gotas del tipo elípticas, el tamaño de las gotas es controlado por la concentración de un surfactante.

M2215 **Second harmonic generation response from gold metallic nanoprism arrays under focused illumination** *Karen Yahaira Raygoza Sánchez* (kyraygoza.90@gmail.com), Universidad Autónoma de Baja California; Isael Rocha Mendoza(irocha@cicese.mx), CICESE; Paulina Segovia(segovia_paulina@hotmail.com), CICESE; Alexey Krasavin(kyraygoza.90@gmail.com), Department of Physics and London Centre for Nanotechnology King's College London, Strand, London, WC2R 2LS, UK.; Giuseppe Marino(kyraygoza.90@gmail.com), Department of Physics and London Centre for Nanotechnology King's College London, Strand, London, WC2R 2LS, UK.; Tiziana Cesca(kyraygoza.90@gmail.com), Universidad de Padova; Niccolo Michieli(kyraygoza.90@gmail.com), Universidad de Padova; Giovanni Mattei(kyraygoza.90@gmail.com), Universidad de Padova; Raúl Rangel Rojo(rrangel@cicese.mx), CICESE; *Expositor.*
In this work we report a study of the second harmonic generation (SHG) of light in hexagonal arrays of gold nanoprisms as a function of the polarization orientation of light, using femtosecond pulses. The gold nanoprism arrays were manufactured using the nanosphere lithography technique. SHG experiments were conducted in a transmission mode using a focused beam to excite the sample at normal incidence. The fundamental light was generated by a Ti:Sapphire oscillator (Coherent Mira 900), producing ultrashort 90 fs linearly polarized pulses at a 76 MHz repetition rate. The pulses were centered at 810 nm, with a spectral width of 17 nm. A study of the SHG was conducted measuring the spectrum of the SHG light, its dependence with input polarization angle, and with input power. The SHG signal obtained shows a dependence with input polarization that has hexagonal symmetry, attributed to the strengthening of the local field by the nano-antenna effect obtained for polarizations coinciding with the symmetry axes of the array. Numerical simulations of the SHG process show the relationship between the geometry of the sample and the dependence of the SHG signal with polarization, that agree well with the experiments, corroborating the role of the field enhancement at certain these angles, on the observed signal dependence. These studies have allowed us to establish a correspondence between macroscopic measurements with the nanostructure of the material. Given that one of the applications that the second harmonic generation has, is the relationship that exists between this signal and the structure of the material to be studied.

M2242 **Patrones de luz polarizada de árboles de aguacate afectados por escarabajos ambrosiales** *Raul Alfonso Vazquez-Nava* (alfonso@cio.mx), Centro de Investigaciones en Optica A. C.; Juan Manuel Lopez-Tellez(jmlopez@cio.mx), Centro de Investigaciones en Optica A. C.; Rafael Espinosa Luna(reluna@cio.mx), Centro de Investigaciones en Optica A. C.; *Expositor.*
En este trabajo estudiamos la interacción de escarabajos ambrosiales con patrones de luz polarizada reflejada por árboles de aguacate sanos, secos y estresados. Con base en nuestros resultados tratamos de identificar árboles atacados por los escarabajos para prevenir que otros árboles vecinos resulten atacados.

M2199 **Implementación de un láser de pulsos ultra-cortos de fibra óptica por medio de la técnica de amarre de modos** *Natalia Manríquez Cobián* (namaco.513@gmail.com), Universidad de Guanajuato; Julián Moisés Estudillo Ayala(julian@ugto.mx), Universidad de Guanajuato; Roberto Rojas Laguna(rlaguna@ugto.mx), Universidad de Guanajuato; Daniel Jáuregui Vázquez(jaureguid@ugto.mx), Universidad de Guanajuato; Juan Carlos Hernández García(jchernandez@ugto.mx), Universidad de Guanajuato; Juan Manuel Sierra Hernández(jm.sierra@ugto.mx), Universidad de Guanajuato; Yanelis López Dieguez(yanelis1980@yahoo.es), Universidad de Guanajuato; *Expositor.*
Los láseres de pulsos ultra-cortos de fibra óptica son sistemas distintivos ya que resultan ser de bajo costo comparado con otros tipos de láseres, poseen una potencia pico alta de salida y además el mantenimiento es mínimo. Una característica importante que tienen estos dispositivos es que son considerados ultra rápidos y por tal, son utilizados en las áreas de telecomunicaciones sensores ópticos y medicina. En este trabajo se presenta un modelo de láser pulsado de fibra óptica con esquema funcional utilizando una fuente de bombeo de 980 nm y como medio activo se utiliza la fibra dopada con Erbio. El arreglo óptico experimental, que tiene como configuración la de anillo, consiste en la obtención de pulsos ultra-cortos mediante el uso de la técnica de amarre de modos pasivo en donde los pulsos generados cuentan con una tasa de

repetición en el orden de los 14.0 MHz. El amarre de modos pasivo se logra por medio del efecto de polarización de la luz que se propaga dentro del lazo y el control se logra por medio de placas retardadoras en configuración de $\lambda/2$, $\lambda/4$ y $\lambda/2$ , el amarre de modos se ajusta cambiando el ángulo de las tres placas retardadoras. Los resultados experimentales se obtuvieron por medio del osciloscopio en donde se mostraron los pulsos generados en un estado estable.

M2220 **Estudio numérico de efectos no lineales presentes en la propagación de un pulso ultracorto en una fibra óptica.** *Hugo Enrique Ibarra Villalón* (alm_hugoibarra@hotmail.com), Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcpotzalco; Olivier Pottiez(pottiez@cio.mx), Centro de Investigaciones en Óptica A. C.; Armando Gómez Vieyra(agutex@gmail.com), Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcpotzalco; Jesus Pablo Lauterio Cruz(jplauterio@hotmail.com), Universidad de Guanajuato Campus León; Yazmín Esmeralda Bracamontes Rodríguez(yazmin.bracamontes.rodriguez@gmail.com), Centro de Investigaciones en Óptica A. C.; *Expositor.*
En el formalismo de la óptica no lineal en fibra óptica, múltiples fenomenologías son descritas a partir del modelo de propagación de un pulso basado en la ecuación de Schrödinger no lineal ($NLSE$). Entre ellas está la contribución de la respuesta no lineal de la fibra monomodal ($SMF$) de sílice ($SiO_2$) representada como un medio centrosimétrico. En particular, en la propagación de un pulso ultracorto ($fs$) la respuesta no lineal de la fibra introduce una contribución instantánea debido al efecto Kerr y una contribución retardada debido al efecto Raman. Adicionalmente, la respuesta no lineal de las componentes en polarización, orientadas en los ejes principales de la fibra, puede inducir una contribución de birrefringencia no lineal generando un efecto de rotación de polarización no lineal ($NPR$). En el presente trabajo se analiza numéricamente la contribución simultanea de la $NPR$ y el efecto Raman en la propagación de un pulso ultracorto ($fs$) modelado por la $NLSE$ acoplada en la base de polarización circular. Dicho análisis consiste en un mapeo en 3D del perfil temporal y espectral del pulso, el estudio de la evolución del estado de polarización y la representación de espectrogramas acorde a la técnica de muestreo óptico con resolución en frecuencia (FROG). El análisis numérico presentado permitirá estudiar la contribución de los efectos en polarización en la propagación de pulso. Los avances de este trabajo permitirán validar el rol que tienen los efectos no lineales estudiados en diversas aplicaciones experimentales.

M2267 **Diseño y desarrollo de un láser con fibra óptica para generar pulsos ultracortos** *Carlos Alberto Megchum Ruedas* (cmegchum@hotmail.com), Instituto Nacional de México /Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez; Rubén Grajales Coutiño(rgrajales@ittg.edu.mx), Instituto Nacional de México /Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez; Jorge Luis Camas Anzueto(jcamas@ittg.edu.mx), Instituto Nacional de México /Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez; Rafael Mota Grajales(rmota@ittg.edu.mx), Instituto Nacional de México /Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez; José Amado Gómez De Paz(isc_agomez86@hotmail.com), Instituto Nacional de México /Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez; Ariel Fong González(fonga9692@gmail.com), Instituto Nacional de México /Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez; *Expositor.*
En este trabajo se describe el desarrollo de un láser con fibra óptica para generar pulsos ultra-cortos basado en la técnica de amarre de modos pasivos utilizando un interferómetro de Sagnac de fibra óptica como absorbedor saturable con un material termo-crómico dentro del lazo de fibra óptica. El láser se construye con un acoplador simétrico 50/50, un diodo láser de longitud de onda de 980 nm como fuente de bombeo, fibra dopada con erbio que funciona para amplificar la señal de bombeo, generando una señal a 1550 nm, controladores de polarización, se utiliza también un Multiplexor de División de Onda (Wavelength Division Multiplexing, WDM) que permite acoplar las dos señales tanto la de bombeo como la generada por la fibra dopada con erbio, de la misma manera se utiliza un acoplador asimétrico 90/10 para monitorear la salida de señal. Finalmente, en el lazo de fibra del interferómetro se incluyó un compuesto químico clasificado como termo-crómico (2,4,5-triphenylimidazole), comúnmente llamado lofina, con un punto de absorción variable a los cambios de temperatura.

M2555 **Sistema optomecatrónico de detección de anomalías relacionadas con la retinopatía diabética usando redes neuronales** *Dante Alonso Hernández Tapia* (dante1818@hotmail.com), Universidad Tecnológica de León; Alan David Blanco Miranda(ablanco@utleon.edu.mx), Universidad Tecnológica de León; Heraclio García Cervantes(hgarcia@utleon.edu.mx), Universidad Tecnológica de León; Miguel Ángel Santacruz Belmontes(santacruzbelmontesma@gmail.com), Universidad Tecnológica de León; *Expositor.*
Se presenta un prototipo de sistema óptico capaz de detectar y/o diagnosticar posibles afectaciones diabéticas en el ojo humano mediante un sistema de visión artificial y la implementación de algoritmos de inteligencia artificial (Deep learning) en combinación con el análisis de la dinámica pupilar y su respuesta ante estímulos de iluminación LED. Al realizar la estimulación visual, se observó que la estimulación más apropiada para obtener las respuestas pupilares a los estímulos cromáticos debido a las diferentes longitudes de onda incluidas en el espectro visible (400 nm– 650 nm) es donde se da un espacio para la redilatación pupilar de 20 segundos. Según los resultados obtenidos, esta metodología podría utilizarse

en la exploración de la percepción visual a los colores e implementar un sistema de adquisición y diagnóstico, asistido por una computadora capaz de detectar y diagnosticar automáticamente la diabetes sin retinopatía (retina sana) y las primeras etapas de la retinopatía diabética no proliferativa a partir del análisis de criterios clínicos de una imagen de fondo de ojo obtenida por un sistema de adquisición de imágenes, todo esto utilizando una red neuronal convolucional. Este trabajo en general es muy importante, debido a que la detección temprana es muy importante para un paciente con retinopatía diabética.

M2009 **Medición de flexión de vigas estructurales con tecnología de fibra óptica** *Ana Marcela Juan Jimenez(anamarcejuan15@gmail.com), Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez; Jorge Luis Camas Anzueto* (jcamas@ittg.edu.mx), Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez; Francisco Alberto Alonso Farrera(fco_alonso_f@hotmail.com), Facultad de ingeniería Civil-Universidad Autónoma de Chiapas; Rubén Grajales Coutiño(rubngc@hotmail.com), Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez; *Expositor.*
En este trabajo se presenta el desarrollo de un sensor de fibra óptica que mide flexión en vigas estructurales, con la finalidad de monitorear el estado en que se encuentra una estructura civil en particular. El interés por investigar el monitoreo en tiempo real con tecnología de fibra óptica en las estructuras es debido a que se ha encontrado el deterioro de ellas por varios factores ya sea el material no adecuado, las condiciones del ambiente o en su momento un desastre natural. Debido a ello, se mide el desplazamiento que existen en las estructuras de concreto (vigas). El análisis de pérdidas provocadas por una flexión hace posible estudiar su desplazamiento mínimo y máximo de la fibra óptica en función a una deformidad en vigas de concreto armado hasta el punto de ruptura, esto es posible de obtener debido a la carga que tendrá la estructura sobre la fibra y cómo se comportará en un determinado tiempo. Pruebas preliminares han demostrado que es posible relacionar la cantidad de potencia que se pierde en la salida de la fibra óptica en función a la flexión de una viga, provocada por macrocurvaturas.

M1858 **Obtención de películas de GaN mediante nitruración con amoniaco de películas de GaAs** *Jose De Jesus Cruz Bueno(jc_bueno17@hotmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Godofredo García Salgado* (godgarcia@yahoo.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Jose Alberto Luna Lopez(josealbertolunalopez009@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Fabiola Gabriela Nieto Caballero(ruscaballero@yahoo.com.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Jesus Carrillo Lopez(jesus.jecarril@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*
En este trabajo se estudió la nitruración de películas de Arseniuro de galio (GaAs), previamente depositadas por la técnica de transporte de vapor en espacio cerrado (CSVT por sus siglas en ingles). Inicialmente las películas de GaAs fueron crecidas en diferentes ambientes (hidrogeno y nitrógeno) a tiempos (5 y 13 min), para observar que efecto tenía en éstas. Se determinó que las muestras obtenidas en un ambiente de hidrogeno presentaban mejor calidad que aquellas crecidas en nitrógeno. Con estos resultados, se seleccionaron las muestras obtenidas en ambiente de hidrogeno para su posterior nitruración. La obtención de Nitruro de Galio (GaN), se llevó a cabo en un sistema de depósito de vapor químico (CVD por sus siglas en inglés) usando una mezcla de flujos de amoniaco e hidrogeno. La nitruración se realizó a presión atmosférica, a una temperatura de 900°C durante 10, 20 y 30 minutos. Los resultados de difracción de rayos-X (DRX) determinaron que el proceso de nitruración durante 30 min, es suficiente para observar los picos de GaN y desvanecer las reflexiones de GaAs. También, presenta la coexistencia de ambas fases (cúbica y hexagonal) de GaN. Se utilizó la ecuación del coeficiente de orientación para determinar qué fase predominaba. En los resultados de espectroscopia de energía dispersiva (EDS por sus siglas en inglés) se muestra que al aumentar el tiempo de nitruración, los átomos de N sustituyen a los átomos de As. Las micrografías obtenidas mediante un microscopio electrónico de barrido (SEM por sus siglas en ingles), se observó que el proceso de nitruración sólo modifico la morfología superficial de la muestra de GaAs obtenida en el tiempo más corto. Además de los picos Raman características de GaN, un pico a 438 cm-1 el cual se asocia a un pico de GaN rico en N.

M2328 **Abducción de partículas activas artificiales con luz** *Luisa Del Carmen García Canseco* (luigatto@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, UNAM; Berenice García Rodríguez(berenicegar@ciencias.unam.mx), Instituto de Física, UNAM; Francisco Javier Sevilla Pérez(fjsevilla@fisica.unam.mx), Instituto de Física, UNAM; Alejandro Vásquez Arzola(alejandro@fisica.unam.mx), Instituto de Física, UNAM; *Expositor.*
La materia activa es capaz de usar la energía de su entorno para exhibir un movimiento dirigido. En la naturaleza se presentan a la macroescala como las parvadas, los cardúmenes, las colonias de hormigas, etc., donde los individuos actúan de manera conjunta para hacer más eficiente su desplazamiento, reaccionar ante sus depredadores y en general preservar su existencia. A la microescala existen procesos biológicos como la migración de células que se manifiesta con fenómenos importantes para la vida como son la embriogénesis, la cicatrización de las heridas, etc. Actualmente se diseñan elementos a la micro- y nano- escala con propiedades similares que son

propulsados por diferentes procesos físicos y químicos, que se espera que en un futuro compongan estructuras más grandes útiles en un sin fin de aplicaciones.
En este trabajo se presenta el estudio del comportamiento de un tipo de partículas activas llamadas de Janus propulsadas por un haz de luz láser extendido. Las partículas de Janus (PJ) son micro esferas con la propiedad particular de que sus hemisferios son de diferente material. Para este experimento se sintetizaron PJ a partir de esferas de sílice de $3\mu$m de diámetro parcialmente recubiertas con una película de oro de 5nm. Las PJ son suspendidas en agua e irradiadas con un haz láser extendido con longitud de onda de 532nm. La cara de oro de las PJ absorbe parte de la energía con la que es irradiada generando un gradiente de temperatura entre la cara metálica y el fluido que la rodea, provocando un rompimiento en la simetría de las fuerzas, y con esto un nado activo persistente browniano. Una peculiaridad del experimento es que la muestra que contiene la solución de PJ es irradiada desde arriba, es decir, la dirección de propagación del haz es paralela a la dirección de la gravedad. Esto permite una competencia de las fuerzas que intervienen: termoforética, de gravedad y óptica, principalmente, que bajo ciertas condiciones hace que la partícula se mueva en dirección opuesta a la dirección de propagación del haz. Para intensidades de iluminación relativamente altas la fuerza termoforética supera en magnitud a las fuerzas que apuntan en dirección opuesta como son el peso de la partícula y la fuerza de esparcimiento. Esto causa que la partícula tenga un desplazamiento hacia arriba sobre el eje del haz láser, fenómeno al que nos hemos referido como abducción.

M2202 **MEDICIÓN DE LA CONCENTRACIÓN SACAROSA EN BEBIDAS COMERCIALES MEDIANTE TÉCNICAS ÓPTICAS NO INVASIVAS** *Ana Fernanda Hernández Bravo* (ana.hdezbrav@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Ciencias Físico Matemáticas; Fernando Téllez Zárate(fertellsz@hotmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Ciencias Físico Matemáticas; Julio César Texca García(dashwell9@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Ciencias Físico Matemáticas; Juan David Flores Pérez(juan.floresper@alumno.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Ciencias Físico Matemáticas; Carlos Ignacio Robledo Sánchez(crobledo@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Ciencias Físico Matemáticas; Areli Montes Pérez(arelimp@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Ciencias Físico Matemáticas; *Expositor.*
Es bien sabido que un isómero óptico, es aquel que tiene la propiedad de hacer girar el plano de la luz polarizada, hacia la derecha o hacia la izquierda. Un material capaz de girar el plano de polarización, es el azúcar. El objetivo del presente trabajo, es medir el efecto polarizarte del azúcar y otros componentes ópticamente activos presentes en las bebidas comerciales, en donde, la cantidad de rotación depende de la concentración de azúcar y del espesor de la muestra, a través de la cual viaja la luz. Se construye un dispositivo con una longitud estándar de la muestra y conociendo la constante de rotación del azúcar, puede determinarse la concentración del líquido azucarado. Los resultados obtenidos experimentalmente se comparan con las tablas energéticas y nutrimentales del producto de prueba. Se muestra la teoría y resultados experimentales.

M2356 **Incremento de la luminiscencia de un OLED empleando nanopartículas bimetálicas de oro y plata** *Edgar Alejandro Ferreira Domínguez* (ea.ferreiradominguez@ugto.mx), Universidad de Guanajuato; Mónica Trejo Durán(mtrejo@ugto.mx), Universidad de Guanajuato; Alejandro Vázquez Dimas(alejandro.vazquezdm@uanl.edu.mx), Universidad Autónoma de Nuevo León; *Expositor.*
Durante muchos años, las nanopartículas metálicas han atraído el interés de los investigadores debido a la capacidad de ajuste de sus propiedades ópticas y químicas, lo que les permite aplicarse en diferentes áreas, incluida la construcción de dispositivos optoelectrónicos como OLED. En el presente trabajo informamos la síntesis de nanopartículas bimetálicas Au-Ag mediante una metodología de dos pasos: primero se sintetizaron los núcleos de oro mediante el método de reducción térmica asistida por citrato y luego se redujeron diferentes cantidades de iones de plata con ácido ascórbico. Las nanopartículas se lavaron con agua desionizada y se volvieron a dispersar en PEDOT:PSS. La arquitectura OLED fue Vidrio|ITO|NP-PEDOT:PSS|GLP|PFN|Field'sMetal (GLP significa polímero luminiscente verde) y las capas se depositaron mediante la técnica de spin-coating. Los resultados muestran que las nanopartículas bimetálicas reducen el voltaje de encendido del OLED y duplican la eficiencia de luminancia ($lmW^{-1}$).

M2381 **Study of structural and optical properties of the thermochromic silver and copper tetraiodomercurates ( Ag2, Cu2) HgI4 ceramics** *Misael Chocolatl Torres* (Misael@ifuap.buap.mx), Instituto de Física "Ing. Luis Rivera Terrazas", Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Adriana Paola Franco-Bacca(adrianabacca3@gmail.com), Departamento de Física Aplicada, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, Unidad Mérida; Jorge Andrés Ramírez Rincón(jorge.ramirezr@cinvestav.mx), Departamento de Física Aplicada, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, Unidad Mérida; Cindy Lorena Gómez Heredia(lorenagomez0610@hotmail.com), Departamento de Física Aplicada, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, Unidad Mérida; Fernando*

*Cervantes Alvarez(fernando.cervantes@cinvestav.mx), Departamento de Física Aplicada, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, Unidad Mérida; Juan José Alvarado Gil(jjag09@yahoo.com), Departamento de Física Aplicada, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, Unidad Mérida; Rutilo Silva Gonzalez(silva@ifuap.buap.mx), Instituto de Física "Ing. Luis Rivera Terrazas", Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Miller Toledo Solano(miller.toledo@gmail.com), Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas, CONACYT-Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Ulises Salazar Kuri(usalazar@ifuap.buap.mx), Instituto de Física "Ing. Luis Rivera Terrazas", Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*

Powders of silver (Ag2HgI4) and copper (Cu2HgI4) tetraiodomercurates, were synthesized by a simple co-precipitation method. Their phase transition behavior was investigated by differential scanning calorimetry (DSC), X-ray diffraction (XRD), and diffuse reflectance to determine its reversibility and stability during heating-cooling cycles. Calorimetry showed a sharp transition at 51°C when heating and at 40°C when cooling for Ag2HgI4 sample. For Cu2HgI4 sample in the first cycle, one peak was observed when heating at 69.6°C and 49.7°C when cooling. However, in this sample the first peak splits into two peaks when heating in the second and third cycles (67.5°C and 57.8°C), indicating a probable loss of crystallinity. XRD and diffuse reflectance showed that the transition starts almost since the beginning of the heating process and is more evident around 40°C for Ag2HgI4 and around 60°C for Cu2HgI4. The energy bandgap indicates that Ag2HgI4 and Cu2HgI4 behaves differently during the transition. Copper tetraiodomercurate follows almost the same path for heating than for cooling. Its reversible thermochromic and superionic properties are promising for several applications and open the possibilities of using them as inclusions in smart composite systems.

M2348 **Cristales Fotónicos de Bajo Contraste Inmersos en SU-8.** *Daniel Michell Pérez Ruiz* (danielmichellpr@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Amado Manuel Velázquez Benítez(amado.velazquez@icat.unam.mx), Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología, Universidad Nacional Autónoma de México; Naser Qureshi(naser.qureshi@icat.unam.mx), Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología, Universidad Nacional Autónoma de México; Dahi Ludim Hernández Roa(jokplerr@gmail.com), Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

En este trabajo se estudian cristales fotónicos de bajo contraste de índice de refracción y geometrías de los pilares variantes. Estos son fabricados con el polímero SU-8 en su totalidad mediante escritura directa láser modificada, Se presentan simulaciones teóricas, fabricación y caracterización a través de una fuente de THz para obtener sus parámetros de trasmisión y reflexión. Con esto se pretende obtener una estructura fotónica más estable y selectiva en respuesta para su posible uso en la creación de componentes de micro y nano escalas.

M2498 **Simulación de adquisición de imágenes en su sensor óptico en función de la calidad de las lentes** *José María Martínez Guerrero* (jmmartinez.fcfm@uas.edu.mx), Universidad Autónoma de Sinaloa; Salvador Meza Aguilar(smeza@uas.edu.mx), Universidad Autónoma de Sinaloa; José Guadalupe Ibarra Armenta(jgibarra@uas.edu.mx), Universidad Autónoma de Sinaloa; *Expositor.*

El comportamiento de la luz en lentes ópticas es un tema investigado desde hace ya varios años mediante diversas técnicas, entre ellas está la simulación por computadora. Hoy en día siguen publicándose investigaciones con distintos enfoques y modelos para estos estudios. Entre las distintas técnicas, el trazado de rayos es comúnmente utilizado, ayudando a recrear imágenes formadas por las lentes en la simulación. Es posible utilizar el método Monte Carlo para modelar la interacción de la luz con los materiales, simulando la propagación de fotones dentro de medios con propiedades ópticas definidas. En este trabajo se desarrolla un conjunto de códigos en los que se define la geometría y calidad de las lentes, la propagación de los fotones y la estadística posterior para generar imágenes en un sensor. Se obtiene así, a partir de imágenes preestablecidas el mapeo de los fotones que impactan sobre un sensor utilizando el formato de color RGB. De acuerdo a la metodología desarrollada es posible evaluar la calidad de la imagen generada en el sensor lo cual se puede relacionar con la calidad del material del cual están fabricadas las lentes.

M2644 **Tomografía de Coherencia Óptica, su historia e impacto en la actualidad** *Yenisey Del Rocío Ponce De León Villanueva* (yeponc@gmail.com), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Mauricio Ortiz Gutiérrez(mortizg@yahoo.com), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Mario Pérez Cortés(mperez.cortes@correo.uady.mx), Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán; *Expositor.*

La Tomografía de Coherencia Óptica es una técnica de imagen basada en luz centrada en la región del cercano infrarrojo, se propuso en 1991 como una técnica novedosa que permitió obtener imágenes transversales, con buena resolución y profundidad, de muestras altamente esparsoras, como lo son la cornea y el tejido cardiovascular. La posibilidad que brindó esta técnica de observar la profundidad de la cornea sin contacto y con buena resolución hizo que se pusiera énfasis en desarrollarla para llevarla a su comercialización, logrando el objetivo apenas cinco años después, teniendo

el primer sistema comercial en oftalmología en 1996, su aplicación en el área biomédica ha sido tan importante que actualmente existen sistemas comerciales en cardiovasculatura, dermatología y gastroenterología, sin dejar de lado la infinidad de investigaciones en áreas biomédicas tan importantes como neurología, odontología, entre otras. Sus aplicaciones, a pesar de ser principalmente en el área biomédica también se han extendido a otras áreas como el arte, debido a que permite obtener información en profundidad, sin contacto y de forma no destructiva de muestras tan delicadas como pinturas antiguas, de igual forma se ha sugerido su uso en temas de bioseguridad para detección de huellas dactilares a nivel subsuperficial. En la actualidad la técnica sigue en desarrollo y cada vez se generan mejores y más económicos equipos generando un potencial crecimiento económico en los países que desarrollan la tecnología y promoviendo fuertemente su uso comercial a nivel internacional. Las investigaciones básicas en el desarrollo de sistemas, así como en sus aplicaciones siguen creciendo ampliamente lo que lleva a considerar su importancia actual y en un futuro para que esta técnica llegue a ser tan empleada como lo son actualmente los equipos de rayos X. En este trabajo se detalla la historia del desarrollo de la técnica de tomografía de coherencia óptica, sus características y lo que la hace diferente a otras técnicas, sus avances en el desarrollo de sistemas, asi como en sus aplicaciones mostrando el porqué de su importancia en la actualidad.

M2658 **SIMULACIÓN NUMÉRICA DE MEDIOS CON ÍNDICES DE REFRACCIÓN VARIABLE USANDO EL FORMALISMO DE LA ÓPTICA GEOMÉTRICA** *Fermín Salomón Granados Agustín* (fermin@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; María Elizabeth Percino Zacarias(epercino@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; Alejandro Cornejo Rodríguez(acornejo@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; *Expositor.*

Las bases teóricas y matemáticas de la óptica geométrica se estudian usualmente considerando medios con índice de refracción constante. Sin embargo, en la mayoría de los medios con índice de refracción variable y el estudio de estos medios se lleva a cabo normalmente con óptica física. No obstante, con la óptica geométrica es posible describir estos medios, por esta razón, en este trabajo se presenta algunas simulaciones numéricas para describir medios con índice de refracción variable usando el formalismo de la óptica geométrica. Para ello se hará uso de la geometría diferencial y el mapeo conformal

M2709 **Modos elásticos de una placa Fibonacci con medios externos: Fijo-Libre** *Lamberto Castro Arce* (lamberto.castro@unison.mx), Universidad de Sonora Unidad Regional Sur; Oscar Rubén Gómez Aldama(oscar.gomez@unison.mx), Universidad de Sonora campus Cajeme; Martín Eduardo Molinar Tabares(martinmolinar@hotmail.com), Comisión Nacional del Agua, Hermosillo Sonora; Julio César Campos García(julio.garcia@cajeme.uson.mx), Universidad de Sonora campus Cajeme; Carlos Figueroa Navarro(carlos.figueroa@unison.mx), Universidad de Sonora Departamento de Ing. Industrial; María Betsabé Manzanares Martínez(betsabe.manzanares@unison.mx), Universidad de Sonora, Departamento de Física; *Expositor.*

Se presentan los modos elásticos de una placa en multicapa en donde el arreglo de las capas sigue una secuencia Fibonacci. La placa tiene una anchura Lj que por supuesto depende del orden j. Los medios externos, que definiremos como de incidencia y transmisión, son seleccionados de tal manera que numéricamente son fácil de simular. Consideraremos las siguientes situaciones: a) fronteras de la placa fijas y b) fronteras de la placa libres. Al hacer combinaciones de ellas podremos estudiar sistemas de fronteras fija-fija, fija-libre, libre-fija y libre-libre. Físicamente una frontera fija indica que el medio externo es de impedancia elástica mucho mayor que aquella de la última capa, la capa con que hace contacto. Por otro lado, una frontera libre está asociada con medios externos de impedancia muy baja; el caso límite es el vacío. En general estas cuatro condiciones nos llevan a resultados distintos. El objetivo es el estudio de la polarización (contribución longitudinal/transversal) de ondas sagitales en MFs usando el método de balance de energía. Para los cálculos utilizamos una multicapa Al/Pb con espesores a / b = 0.04 cm / 0.06 cm . Para un medio externo de impedancia alta usamos al tungsteno, y como medio de impedancia baja al Epoxi.

M2798 **Determinación del índice de refracción y las propiedades térmicas del aceite de vitis vinífera** *Daniela Ocampo Salgado* (physics.lab@yahoo.com), INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL; Alfredo Cruz Orea(mmen07@yahoo.com.mx), CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DE ESTUDIOS AVANZADOS; Maria Magdalena Mendez Gonzalez(mmendezg07@yahoo.com.mx), INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL; *Expositor.*

Se determina el índice de refracción, la efusividad y difusividad térmicas del aceite de vitis vinífera. Mediante la incidencia de un haz laser en la superficie plana de un refractómetro semicircular se obtiene el índice de refracción y usando la técnica foto piro eléctrica se obtienen las propiedades térmicas mediante la relación entre la efusividad y difusividad térmicas obtenidas de su conductividad térmica y capacidad de calor volumétrico.

M2808 **Obtención del índice de refracción de bebidas carbonatadas** *Jorge Peralta García* (mmen07@yahoo.com.mx), INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL; Nadia Betsabe Abrego Martínez(mmen07@yahoo.com.mx), INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL; Maria Magdalena Mendez*

*Gonzalez(mmendezg07@yahoo.com.mx), INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL; *Expositor.*
Mediante la Ley de Snell se determinó el índice de refracción de bebidas carbonatadas con azúcar, edulcorantes y sin nada de azúcar. Las bebidas con azúcar presentaron índices de refracción de mayor valor, las bebidas con edulcorantes mostraron valores intermedios y las bebidas sin nada de azúcar tienen índices de refracción de menor valor. Se concluye que el contenido de azúcar influye directamente en el valor del índice de refracción, aunque en apariencia son muy similares.

M2811 **Holografía vectorial en trampas ópticas** *Ibis Ricardez Vargas* (ibis.ricardez@ujat.mx), Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; *Expositor.*
En este trabajo se describen algunos casos del fenómeno electromagnético de la Holografía vectorial u holografía de polarización como también se le conoce. En su forma más simple consiste de la interferometría de haces con polarizaciones asimétricas, lo cual arroja un campo neto vectorial resultante con polarización distinta a la que portan los haces originales. Este fenómeno ha sido aplicado al campo de la micromanipulación óptica con el objetivo de estudiar la respuesta mecánica de diversos sistemas de partículas, a campos ópticos focalizados con momento angular de spin. Se han observado novedosos efectos dinámicos en la microescala, lo cual permite caracterizar algunas propiedades de las haces, así como la obtención de algunos parámetros ópticos de las partículas bajo estudio como puede ser la birrefringencia.

M2746 **Películas de SiO2-Au y SiO2-Ag depositadas por evaporación de solvente** *Paulina De León Portilla* (pau.portilla@hotmail.com), Instituto de Física "Ing. Luis Rivera Terrazas", Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Ana Lilia González Ronquillo(anagr@ifuap.buap.mx), Instituto de Física "Ing. Luis Rivera Terrazas", Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Enrique Sánchez Mora(esanchez@ifuap.buap.mx), Instituto de Física "Ing. Luis Rivera Terrazas", Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*
En este trabajo se reportan películas un arreglo de esferas de SiO2 con nanopartículas (NPs) de Au o de Ag en los intersticios, depositadas sobre un sustrato de vidrio mediante el método de evaporación de solvente. Las esferas de SiO2 (280 nm de diámetro) fueron sintetizadas por el método de Stöber [1]. Las NPs de Au (91 nm diámetro) y de Ag (96 nm de diámetro) fueron obtenidas mediante el método de crecimiento mediado por semillas [2,3]. La resonancia de plasmones de superficie de las NPs de Au está en 537 nm, mientras que las NPs de Ag tienen dos bandas intensas, una en 421 nm y la otra en 534 nm. Utilizando AFM se determinó el tamaño de las partículas y se observó que las esferas de SiO2 forman un arreglo periódico de corto alcance, además las NPs se encuentran aglomeradas en los intersticios, formando en su mayoría trímeros. A fin de estimar el factor de realce SERS de las películas, se calculó, usando la aproximación de dipolo discreto, el campo eléctrico cercano de arreglos de esferas de SiO2 con nanopartículas metálicas. Estas muestras se utilizarán como sustratos SERS para la detección de glucosa y tiroxina.

M2806 **SIMULACIÓN MONTECARLO PARA ESTUDIO DE PROPAGACIÓN DE LUZ EN APLICACIÓN DE TERAPIA FOTODINÁMICA ANTIMICROBIANA SOBRE ANDAMIAJES ÓSEOS BASADOS EN HIDROXIAPATITA DE ERIZO DE MAR** *Javier Iván Wong Romero* (wong.javier@uabc.edu.mx), Universidad Autónoma de Baja California; Gerardo Salvador Romo Cárdenas(romo.gerardo@uabc.edu.mx), Universidad Autónoma de Baja California; Priscy Alfredo Luque-Morales(pluque@uabc.edu.mx), Universidad Autónoma de Baja California; Juan De Dios Sánchez-López(jddios@uabc.edu.mx), Universidad Autónoma de Baja California; *Expositor.*
Debido a su composición y propiedades, la hidroxiapatita de erizo de mar es un material que tiene potencial de aplicación en andamiajes óseos. Donde una posible desventaja de los procesos post-quirúrgicos, está en la posibilidad de infección por microorganismos. La terapia fotodinámica es una técnica emergente que ha reportado su efectividad en tratamiento antimicrobiano. La técnica funciona mediante un fotosensibilizador introducido en un sistema biológico el cual es incidido con una longitud de onda específica para dicho compuesto, lo cual hará que se liberé oxígeno reactivo que ataca a las especies de interés. En este trabajo se presentan los resultados de una simulación Monte Carlo en la plataforma Monte Carlo eXtreme, consistente en el múltiple muestreo aleatorio para obtener un resultado numérico. Donde se estudió un esquema de tejido biológico adyacente a un cuerpo de hidroxiapatita de erizo de mar para simular el comportamiento del desplazamiento de luz en los distintos medios, aplicables a una terapia de inactivación fotodinámica. Los resultados de este estudio permitirán definir parámetros de irradiación y de instrumentación para etapas de experimentación in-vitro.

M2543 **ANÁLISIS DE LA FOTOFISICA EN EL ÓXIDO DE GRAFENO** *Diego López Lugo* (lopezld2015@licifug.ugto.mx), DCI, CAMPUS LEON, UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO; Moises Isai Casillas Alvarez(casillasam2014@licifug.ugto.mx), DCI, CAMPUS LEON, UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO; Ramón Carriles Jaimes(ramon@cio.mx), CENTRO DE INVESTIGACIONES EN ÓPTICA; Sergio Augusto Romero Servin(sromero@ugto.mx), DCI, CAMPUS LEON, UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO; *Expositor.*
El estudio de semiconductores orgánicos se potencializa con los trabajos de Shirikawa, Heeger y MacDiarmid quienes obtendrían el premio nobel en el año 2000

"por el descubrimiento y desarrollo de los polímeros conductores", e iniciarían un nuevo campo de investigación interdisciplinario denominado electrónica molecular que conjuntaría el conocimiento químico, físico y de ingeniería de materiales, simultáneamente. Este nuevo campo continua en pleno ascenso con nuevos materiales bajo sistemas de tipo $\pi$-conjugado con potenciales aplicaciones como materiales láser y bio-fotónicos para la generación de bioimagenes, diagnóstico y terapia de enfermedades. Considerando la gama de materiales orgánicos semiconductores encontramos a los fulerenos, conformados por una serie de átomos de carbono situados en una superficie esférica en la que cada carbono se une a su vecino mediante orbitales híbridos del tipo sp2, quienes han sido ampliamente utilizados en la capa activa de celdas solares debido a la excelente conducción de electrones a través de sus orbitales LUMO, generalmente con bajos niveles de energía, facilitando la generación de carga y una movilidad de aproximadamente 0.5 cm2/Vs. Recientemente la incorporación de óxido de grafeno y óxido de grafeno reducido han sido factor importante para mejorar las eficiencias en celdas solares de nueva generación. Por su parte, el grafeno consiste en una sola capa de átomos de carbono formando un teselado hexagonal plano. Esta estructura presenta gran aromaticidad y permite una excelente deslocalización de los electrones a lo largo de toda la capa. Es precisamente esta aromaticidad la que confiere al grafeno excelentes propiedades mecánicas, eléctricas y térmicas. El presente proyecto de investigación tiene como finalidad analizar la dinámica de especies excitadas en diferentes materiales semiconductores orgánicos, así como en el óxido de grafeno y el óxido de grafeno reducido en vías de comprender sus procesos fotofísicos de forma tal que sea posible diseñar, modificar y adaptarlos a cualquier aplicación potencializando sus características a través de la electrónica molecular. Para llevar a cabo el estudio de la dinámica de especies excitadas, la espectroscopia resuelta en tiempo en el régimen de femtosegundos mediante la técnica de la absorción transitoria permite una caracterización integral de algunos aspectos de fotogeneración, transporte y recombinación que proporcionan una pauta para la optimización de los dispositivos en los que se implementan.

M2524 **Medición de velocidad de una partícula atrapada en una pinza óptica y sometida a un flujo transitorio** *Cecilia Romero González(cecirog4@gmail.com), Universidad Autónoma de San Luis Potosí; Beatriz Morales Cruzado* (bettiche_1102@yahoo.com.mx), Universidad Autónoma de San Luis Potosí; Francisco Gerardo Pérez Gutiérrez(francisco.perez@uaslp.mx), Universidad Autónoma de San Luis Potosí; Ricardo Romero Méndez(rromerom@uaslp.mx), Universidad Autónoma de San Luis Potosí; *Expositor.*
En este trabajo se presenta una metodología experimental para medir la dinámica de una partícula atrapada en un sistema de pinzas ópticas cuando el flujo se lleva repentinamente del reposo a una velocidad uniforme. La fuerza de arrastre sobre la partícula cuando el flujo es uniforme se determinó a partir de la ley de Stokes, mientras que la variación de la fuerza de arrastre durante el proceso de desarrollo del flujo se determinó a partir de la posición de la partícula y la ecuación de Langevin. Finalmente, se obtuvo el tiempo que tardó el fluido en alcanzar una velocidad constante, explorando diferentes viscosidades y velocidades de flujo.

M2003 **Estudio de la respuesta nolineal de metamateriales hiperbólicos basados en nanolaminados de** $Ru/TiO_2$ *Fernando Arturo Araiza Sixtos* (araizaf@cicese.edu.mx), Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada; Hugo Tiznado Vázquez(tiznado@cnyn.unam.mx), Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada; Eder German Lizarraga Medina(eder@cnyn.unam.mx), Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada; Fernando Solorio Soto(fsolor@uabc.edu.mx), Universidad Autónoma de Baja Californa; Raúl Rangel Rojo(rrangel@cicese.mx), HeriotWatt University; *Expositor.*
Los metamateriales hiperbólicos son materiales anisotrópicos que presentan una permitividad $\epsilon$ positiva en una dirección y negativa en otra, resultando en una respuesta óptica sumamente versátil. Un efecto interesante en la respuesta de estos materiales, es la existencia de un punto espectral donde $\epsilon$ se vuelve cero (ENZ, de epsilon near zero, en inglés). En este punto, entre otras cosas, existe un gran reforzamiento de la respuesta nolineal de tercer orden, lo que es muy interesante desde el punto de vista de posibles aplicaciones. En este trabajo se presenta el diseño, fabricación y estudio de las propiedades ópticas nolineales de materiales hiperbólicos basados en nanolaminados de capas alternadas de $Ru$ metálico y $TiO_2$. Las muestras fueron producidas por la técnica de Atomic Layer Deposition (ALD), cuyas dimensiones fueron calculadas para producir un punto de ENZ cerca de $800\,nm$, para coincidir con el láser de femtosegundos que se usó para el estudio de sus propiedades nolineales. Las propiedades ópticas lineales se midieron utilizando espectofotometría y elipsometría espectográfica. Las propiedades ópticas no lineales se estudiaron utilizando la técnica de barrido en z (z-scan) con un láser de Titanio-Zafiro pulsado de femtosegundos. Los resultados del barrido en z confirman la presencia de efectos nolineales en el sistema multicapas con un ancho , encontrando para la refracción nolineal un índice positivo $n_2 = 2.39 \pm 0.11 \times 10^{-8}\, cm^2/W$ y para la absorción nolineal un coeficiente negativo $\beta = -3.17 \pm 0.06 \times 10^{-4}\, cm/W$. Aunque el usar pulsos de fs minimiza la contribución de posibles efectos térmicos a la respuesta del material, una absorción finita y la alta tasa de repetición de los pulsos, hacen posible la contribución de efectos

térmicos acumulados de pulso a pulso, que necesita ser cuantificada. Para hacerlo, se modifica la técnica del z-scan añadiendo un cortador de haz que permite variar la carga térmica a la muestra, manteniendo la irradiancia pico constante. Mediante esta técnica, se consiguió separar las componentes electrónica y térmica a la respuesta nolineal, obteniéndose $n_2^{electronica} = 7.05 \times 10^{-9}\, cm^2/W$ y $n_2^{termica} = 1.49 \times 10^{-8}\, cm^2/W$, la suma de ambas respuestas nos da un valor consistente con el que se encontró anteriormente.

M2436 **Intense red emission $Eu^{3+}$ doped glass-ceramics: New materials for lighting applications** *Jorge Alberto Molina González* (jorgeamg7@gmail.com), Centro de Investigaciones en Óptica, A.C.; Maria Fernanda Arreola(maferarreola1198@gmail.com), Centro de Investigaciones en Óptica, A.C.; Haggeo Desirena Enrriquez(hagdes@cio.mx), Centro de Investigaciones en Óptica, A.C.; *Expositor.*
In recent years, a major impetus has been given to the development of materials for current lighting, especially those doped with rare earths. Among them, the $Eu^{3+}$ shows great potential, due to the advantages it presents when combined with other phosphors, as well as its characteristic excitation bands. Therefore, this work focuses on ceramic and glass-ceramic materials doped with $Eu^{3+}$ . In order to evaluate its applicability in lighting, a detailed analysis was carried out based on its emission and excitation, as well as on its structural characteristics analyzed by X-ray diffraction and SEM. The results show a great advantage compared to current and commercial materials such as $CASN$: $Eu^{2+}$ . Among them, the lower spectral width emission, lower light reabsorption and a shorter manufacturing time allow showing the potentiality as light converting phosphors for solid-state lighting.

M2354 **Interferometría de corrimiento de fase generalizado de un disparo** *Flores Meneses Carlos Augusto* (augustoflores94@gmail.com), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Meneses Fabián Cruz(cmeneses@fcfm.buap.mx), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*
Se presenta un método capaz de medir en tiempo real distribuciones de fase variantes en el tiempo. Este se basa en realizar interferometría de corrimiento de fase en un interferómetro de trayectoria común de doble apertura utilizando modulación de polarización. El campo de referencia y prueba tienen polarización lineal y circular a derechas respectivamente mientras que en la salida del interferómetro se han colocado dos polarizadores a un cierto ángulo de manera que cado uno de ellos afecte a dos intensidades además de que estos introducen los pasos de fase. Se capturan cuatro intensidades en un solo disparo, siendo dos de ellas interferogramas mientras que las dos restantes son las amplitudes del campo de referencia y prueba respectivamente. En el modelo teórico se muestra que es posible obtener dos interferogramas normalizados y con ellos obtener una expresión para recuperar la fase de una manera simple. Esta propuesta se verifica experimentalmente observando una gota de agua en un portaobjetos.

M2296 **Diseño de un sistema óptico para medir la fuerza de arrastre de partículas de lodo** *Mario Pérez Cortés* (mperez.cortes@correo.uady.mx), Universidad Autónoma de Yucatán; Mauricio Ortíz Gutiérrez(mortizg@yahoo.com), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Maritza De Coss Gomez(dcgomez@correo.uady.mx), Universidad Autónoma de Yucatán; Yenisey Del Rocío Ponce De León Villanueva(yeponc@gmail.com), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; América Pech Y Aké(america.pech@correo.uady.mx), Universidad Autónoma de Yucatán; Héctor Méndez Dzul(hector.mendez@correo.uady.mx), Universidad Autónoma de Yucatán; Lifter Omar Ricalde Cab(oricalde@correo.uady.mx), Universidad Autónoma de Yucatán; *Expositor.*
En este trabajo se propone un análisis para estudiar la fuerza de arrastre mediante un sistema óptico que determina la velocidad de sedimentación del lodo, cuyo parámetro es de importancia para el diseño de sistemas sedimentadores de plantas de tratamiento de aguas residuales.

M1834 **Módulos láser ultraestables hechos en México: Un desarrollo de Grupo Molecular** *Ricardo De Santiago(desantiagor@grupomolecular.com), Grupo Molecular; Miriam Carrillo-Fuentes(carrillom@grupomolecular.com), Grupo Molecular; Guillermo Daniel Jiménez Gómez* (jimenezd@grupomolecular.com), Grupo Molecular; *Expositor.*
Se presenta el desarrollo y la caracterización de una serie inovadora de módulos láser basados en diodos, de diseño y fabricación mexicana, así como sus propiedades ópticas y posibles aplicaciones científicas e industriales. El sistema cuenta con una fuente de corriente programable ultraestable de diseño versátil, capaz de proporcionar hasta 2.4 A, las cuales pueden ser utilizadas para operar una gran variedad diodos láseres visibles e infrarrojos. Se discute a su vez el tema de control de temperatura de los diodos láser, lo que permite alcanzar potencias ópticas de hasta 3 W en onda continua de forma sostenida. Se presentan resultados experimentales de estabilidad de potencia y temperatura, así como el trabajo referente a los modos transversales y longitudinales del haz obtenido.

M2537 **Medición de espesores de objetos de fase por medio de perfilometría por transformada de Fourier** *Yenisey Del Rocío Ponce De León Villanueva(yeponc@gmail.com), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Universidad Michoacana de San*

*Nicolás de Hidalgo; Mauricio Ortiz Gutiérrez* (mortizg@umich.mx), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Mario Pérez Cortés(mperez.cortes@correo.uady.mx), Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán; Juan Carlos Ibarra Torres(carlos.ibarra@cucei.udg.mx), Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingeniería, Universidad de Guadalajara; *Expositor.*

La metrología o digitalización de superficies en 3D es ampliamente usada en la industria para un sin fín de aplicaciones, ésta se realiza generalmente mediante perfilometría por transformada de Fourier, que consiste en analizar la deformación de un patrón de franjas proyectado sobre la superficie de un objeto con relieve. La imagen deformada es capturada por una cámara y posteriormente se procesa computacionalmente obteniendo la transformada de Fourier y aplicando un algoritmo de desenvolvimiento de fase. En este trabajo presentamos una técnica para medir espesores de objetos transparentes o puramente de fase, (como puede ser un vidrio, una capa de pegamento?.) mediante la proyección de franjas generada por el efecto Talbot, el objeto analizado se coloca en el plano de autoimagen, por lo que el campo óptico al atravesar el objeto experimenta una diferencia de fase por cambios en el camino óptico y produce una deformación del patrón de franjas, esta deformación es analizada utilizando la perfilometría por transformada de Fourier dando como resultado el espesor del objeto analizado.

M2091 **Desarrollo de un sensor de temperatura de fibra óptica aplicados en tuberías de distribución de agua** *Gilbert Francis Pérez García* (gilbertfpg@gmail.com), Centro de Investigaciones en óptica; Gilberto Anzueto Sánchez(gilberto.anzueto@gmail.com), CIICAP-Universidad Autónoma de Morelos; Rubén Grajales Coutiño(rubngc@hotmail.com), Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez; Víctor Iván Ruiz Pérez(vruiz@unach.mx), Universidad Nacional Autónoma de Chiapas; Jorge Luis Camas Anzueto(jcamas@ittg.edu.mx), Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez; *Expositor.*

En este trabajo se describe un sensor de temperatura utilizando fibras ópticas. El mecanismo transductor utilizado en este estudio es un compuesto químico con características termo-crómicas conocido como Lofina capaz de cambiar su estado de absorción ante cambios en la temperatura. La estructura de la guía de onda se basa en el acoplamiento de modos en una fibra multimodal, una sección de la fibra es cubierta con una mezcla de material termo-crómico permitiendo la interacción de la luz con cambios en la temperatura. El sensor está caracterizado para la temperatura en aire, en un rango de medición de 10°C a 100°C, con una pendiente de sensibilidad de 0.6017 u.a./°C y un ajuste cuadrático de 0.98302. La validación del sensor se realizó utilizando un sensor comercial de la compañía de thorlabs demostrando su capacidad de medir cambio de temperatura.

M2764 **Torsion Sensors Based on an Increased Diameter Core and Lateral-Offset Mach-Zehnder Interferometer with single mode fiber** *Juan Guadalupe Ortega Morales* (jg.ortegamorales@ugto.mx), Universidad de Guanajuato; Juan Manuel Sierra Hernández(jm.sierrahernandez@ugto.mx), Universidad de Guanajuato; Daniel Jáuregui Vázquez(jaureguid@ugto.mx), Universidad de Guanajuato; Julián Moisés Estudillo Ayala(julian@ugto.mx), Universidad de Guanajuato; Roberto Rojas Laguna(rlaguna@ugto.mx), Universidad de Guanajuato; *Expositor.*

Torsion sensors are commonly used as an important sensing element in the automotive industry and power system detection . In this present paper, we propose a Mach-Zehnder interferometer (MZI) based on a core-offset technique and its application as a torsion sensor. For the purpose working the MZI, was made with three conventional SMFs segments. The lateral-offset MZI is realized by core misalignment, using manual mode of a commercial fusion splicer (Fitel S175), both segments spliced with a displaced downward of 50 µm. Furthermore, we discussed the deportment of the MZI, as well as some experiments results, and its spectral response characterization are provided.

M2691 **Reconstrucción de una superficie asférica mediante el ajuste de mínimos cuadrados utilizando como base los polinomios de Zernike.** *Diana Nallely Castán Ricaño* (diana.ncr@gmail.com), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; *Expositor.*

Para implementar la técnica de deflectometría y así medir la calidad de las superficies ópticas, se utiliza una pantalla para elegir algunos rayos incidentes en la superficie bajo prueba. Posteriormente, se mide la intersección de los rayos después de pasar a través de la superficie, en un plano de detección perpendicular al eje óptico. Con las coordenadas de los puntos en el plano de detección, se determinan los vectores normales en cada punto de la superficie bajo prueba. El proceso es simple si los rayos incidentes se eligen en una configuración llamada nula, es decir, en el plano de detección los puntos medidos se distribuirán en una configuración uniforme. A partir de las imperfecciones de esta geometría, podemos saber si la superficie es la que reporta el fabricante, o podemos evaluar las discrepancias entre ambas. Para reconstruir la superficie desde las posiciones de la intersección de los rayos con el plano de detección, utilizamos una familia de polinomios, para este trabajo utilizamos como base los polinomios de Zernike. Estos polinomios son ortogonales, por lo que se puede modelar un perfil del frente de onda aberrante mediante un ajuste de curva con polinomios de Zernike para obtener un conjunto de coeficientes de ajuste y representar

individualmente diferentes tipos de aberraciones, dichos coeficientes son linealmente independientes. Para ajustar polinomios que no sean ortogonales sobre los puntos, como es el caso de la intersección de los rayos. Primero se transforman los polinomios deseados en un nuevo conjunto que sea ortogonal sobre dichos puntos. El proceso de ortogonalización de un conjunto dado de polinomios se conoce como ortogonalización de Gram-Schmidt. Para este trabajo, se considera un frente de onda esférico incidente en la pantalla nula que se coloca en una posición arbitraria entre la fuente y la superficie plana de una lente asférica que se utilizó en el arreglo experimental. Y se presentan los resultados preliminares.

M2641 **Análisis de la cinética de crecimiento de nanoestrellas mediante tomografía de coherencia óptica** *Yenisey Del Rocío Ponce De León Villanueva* (yeponc@gmail.com), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Juan Luis Pichardo Molina(jpichardo@cio.mx), Centro de Investigaciones en Óptica; Noé Alcalá Ochoa(alon@cio.mx), Centro de Investigaciones en Óptica; Mauricio Ortiz Gutiérrez(mortizg@yahoo.com), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.*

En la última década las nanopartículas han sido usadas en un sinfín de aplicaciones debido a sus importantes características, las cuales se deben precisamente a su tamaño nanométrico, siendo posible modificarlas variando diferentes parámetros como su morfología, composición o tamaño. Para desarrollar mejores nanopartículas es importante conocer su cinética de crecimiento, sin embargo esta labor no es sencilla pues requiere de costosos equipos. Entre las metodologías empleadas se encuentran las microscópicas, como el uso de TEM o SEM, o las espectroscópicas o de esparcimiento como la espectroscopia UV-Vis o el esparcimiento dinámico de luz. En el caso de las técnicas microscópicas su limitante es el alto costo de los equipos así como la preparación de las muestras. Por otro lado las técnicas espectroscópicas requieren una concentración mínima para poder detectar cambios de fase en el crecimiento. La tomografía de coherencia óptica es una técnica que permite obtener imágenes tomográficas de muestras que presentan alto esparcimiento como lo son los tejidos biológicos, su mayor impacto ha sido en el área biomédica, principalmente en oftalmología; sin embargo, debido a que esta técnica permite detectar muestras que presentan esparcimiento es posible detectar y monitorear cierto tipo de nanopartículas. En este trabajo se presenta el análisis de la cinética de crecimiento de nanopartículas con morfología de estrella en solución coloidal mediante las técnicas de tomografía de coherencia óptica y espectroscopia UV-Vis. Los resultados muestran una concordancia en las gráficas de la cinética de crecimiento para ambas técnicas, probando que la técnica de tomografía de coherencia óptica es viable para analizar este tipo de fenómeno. Adicionalmente se observó que la técnica de tomografía de coherencia óptica es más sensible a detectar cambios en la cinética de crecimiento de las nanopartículas que la técnica de espectroscopia UV-Vis.

M2595 **Confirmación de la biaxialidad para una mezcla de cristales líquidos nemáticos en presencia de colorantes.** *Reyna Cornelio De Jesús* (reyna.182.c@gmail.com), Universidad de Sonora; María Del Rocío Gómez Colín(rocio.gomez@ciencias.uson.mx), Universidad de Sonora; Olga Oralia Arias Lara(olga.arias@correo.fisica.uson.mx), Universidad de Sonora; Margarita Franco Ortíz(mfranco171080@gmail.com), Universidad de Sonora; Paola María Mercedes Castro Garay(paola@cifus.uson.mx), Universidad de Sonora; Adalberto Corella Madueño(adalberto.corella@fisica.uson.mx), Universidad de Sonora; Rodrigo Arturo Rosas Burgos(rodrigo.rosas@fisica.uson.mx), Universidad de Sonora; *Expositor.*

En este trabajo se presenta el resultado de la realización de pruebas electro-ópticas con el propósito de estudiar la birrefringencia de diversos cristales líquidos dopados con distintos colorantes, entre ellos Rodamina, 4-DICIANOMETILENO2-METIL-6-4-DIMETILAMINOESTIRIL-4H-PIRANO (DCM) en comparación con la base 4'-(PENTILOXI)-4-BIFENIL-CARBONITRILO (5OCB) y 4'-PENTIL-4-4-BIFENILCARBONITRILO (5CB). Para ello se utilizó el compensador de Babinet-Soleil entre polarizadores cruzados, el cual nos indica la respuesta óptica del cristal al momento de aplicar campo eléctrico variando el voltaje, para validar en el rango en el cual se presenta la mejor respuesta, y de esa manera poder confirmar la biaxialidad de los distintos cristales líquidos.

M2536 **Identificación de personas por medio de datos de voz** *José Luis Rojas Castañeda* (jluis@gmail.com), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Yenisey Del Rocío Ponce De León Villanueva(yeponc@gmail.com), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Mauricio Ortiz Gutiérrez(mortizg@umich.mx), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Mario Pérez Cortés(mperez.cortes@correo.uady.mx), Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán; Juan Carlos Ibarra Torres(carlos.ibarra@cucei.udg.mx), Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingeniería, Universidad de Guadalajara; *Expositor.*

Hoy en día existen una gran variedad de aplicaciones para celulares dedicadas a la identificación de archivos de audio, las cuales se basan en la obtención del espectro de frecuencias característico de cada uno de ellos. La identificación se realiza por medio de la transformada de Fourier de las pistas de audio, haciendo uso de los datos de la amplitud, la frecuencia y el tiempo de la señal. En este

trabajo se presenta un algoritmo creado en Matlab que permite la identificación de personas por medio de datos de voz. Para este propósito primero se crea una base de datos que contiene archivos de audio con las voces de n personas dentro de las cuales se encuentra la persona a identificar. Posteriormente se crea un nuevo archivo de audio con la voz de la persona a identificar y se obtiene su espectro; comparando los espectros de la base de datos con el espectro de voz que se desea identificar se puede determinar la identidad de la persona.

M1838 **Información de patrón de interferencia representada en el plano complejo s**
*José Trinidad Guillen Bonilla* (guillen_trini@hotmail.com), Universidad de Guadalajara; Alex Guillen Bonilla(alexguillenbonilla@gmail.com), Universidad de Guadalajara; María Eugenia Sánchez Morales(eugenia.sanchez@cuci.udg.mx), Universidad de Guadalajara; Héctor Guillén Bonilla(hguillenbonilla@gmail.com), Universidad de Guadalajara; Verónica María Rodríguez Betancourtt(veromrb@yahoo.com), Universidad de Guadalajara; *Expositor.*
En interferometría, la transformada de Fourier es una herramienta poderosa para el procesamiento de señal de interferógramas, ya que esta transformación descompone el patrón de interferenciaen sus componentes de frecuencia y las representa en un plano complejo. Siendo la transformada de Laplace un caso particular cuando la transformada de Fourier no puede ser solucionada, entonces, las componentes de frecuencia del patrón de interferencia pueden ser también representadas en un plano complejo s cuando la transformada de Laplace se aplica al interferógrama. Considerando lo mencionado, en este trabajo se representa la información del patrón de interferencia en el plano complejo s a través de un mapa de polos y ceros. Con éstarepresentación se demuestra gráficamente que la posición de los polos y los ceros dependen de la diferencia de camino óptico del interferómetro coherente de doble haz. Tal representación es demostraba teórica y numéricamente.

M2530 **Diseño, construcción y caracterización de una mesa óptica para aplicaciones generales**
*Kevin Alfredo Alvarez Rios* (al175778@alumnos.uacj.mx), UNIVERSIDAD AUTONOMA DE CIUDAD JUAREZ; Abdiel Ramirez Reyes(abdiel.ramirez@uacj.mx), UNIVERSIDAD AUTONOMA DE CIUDAD JUAREZ; Hector Alejandro Trejo Mandujano(htrejo@uacj.mx), UNIVERSIDAD AUTONOMA DE CIUDAD JUAREZ; Diego Moises Almazo Perez(diego.almazo@uacj.mx), UNIVERSIDAD AUTONOMA DE CIUDAD JUAREZ; *Expositor.*
Las mesas ópticas o mesas antivibraciones son dispositivos en forma de plataforma ampliamente utilizados en laboratorios de física, tienen el objetivo de aislar experimentos o equipos de medición de las vibraciones mecánicas externas que los afectan negativamente en los experimentos o en las mediciones. El presente trabajo reporta el diseño, construcción y procedimientos de la caracterización física de una mesa óptica para un laboratorio de física (o para otras aplicaciones generales). El diseño se realizó con en SolidWorks® (que usa técnicas numéricas de análisis de elemento finito) el cual consiste en una estructura de acero tubular cuadrado como estructura principal, un sistema primario antivibraciones basado en resortes poliméricos pasivos, y un sistema secundario antivibraciones pasivo de alta inercia basado en una placa de granito, cemento y acero. La mesa es nivelable, con dimensiones de alto, lago y fondo de 80 cm x 80 cm x 60 cm respectivamente y una masa de 140 kg aproximadamente con bajo costo comparado con las existentes en el mercado. La manufactura de la mesa se realizó en materiales y acabados acordes a los estándares requeridos en un laboratorio de física, los procesos son detallados brevemente tal que puedan ser reproducibles. Finalmente se procedió a la caracterización física de la mesa mediante un acelerómetro y mediante un interferómetro, cuantificando las transmisiones de vibraciones mediante un análisis de Fourier y mediante el cambio de patrón de interferencia. La propuesta mostró parámetros equivalentes a las existentes en el mercado (y que son sumamente costosas), en algunas cuestiones es incluso superior y de bajo costo, por lo que se podría replicar fácilmente en diversos experimentos de física. Esta innovación esta en proceso de registro para buscar su comercialización posteriormente.

M2277 **Caracterización de muestras de pavimento flexible mediante la técnica de impacto acústico y la entropía de Shannon**
*Yajaira Concha Sánchez* (yconcha@umich.mx), Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Joaquín Contreras López(jclopez@umich.mx), Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Mario Salazar Amaya(mariosalazar02@hotmail.com), Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Rafael Soto Espitia(espitia78@hotmail.com), Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.*
Los pavimentos componen las vías terrestres, por las cuales se desplazan los vehículos continuamente. Los pavimentos se clasifican en: pavimentos flexibles, rígidos y semirigidos. Entendiendo como pavimento las capas de diversos materiales que se colocan después de las terracerías, estas pueden ser granulares o estabilizadas. Un pavimento debe ser diseñado de tal manera que las cargas impuestas por el tránsito no generen deformaciones permanentes excesivas. En el caso de los pavimentos flexibles estas deformaciones se producen en cada una de las capas. La evaluación estructural de un pavimento consiste, en la determinación de la capacidad portante del sistema pavimento-subrasante en una estructura

existente, en cualquier momento de su vida de servicio, sirviendo para establecer y cuantificar las necesidades de rehabilitación, cuando el pavimento se acerca al fin de su vida útil. Las necesidades de evaluar estructuralmente los pavimentos de una red aumentan a medida que se completa el diseño y la construcción de una red vial y consecuentemente aumenta la necesidad de su preservación y rehabilitación. En el campo de la Ingeniería Civil se emplean técnicas destructivas y no destructivas para caracterizar las propiedades mecánicas de los materiales. El uso de máquinas para aplicar esfuerzos sobre materiales específicos hasta sus límites de ruptura es un ejemplo típico de técnica destructiva. Por otra parte, el empleo de ondas acústicas de baja y alta frecuencia figura entre los métodos no invasivos utilizados con frecuencia en el campo de la Ingeniería Civil. La técnica del impacto acústico (IA) es un método no invasivo que se puede utilizar para cuantificar la rigidez de un material, que se emplea ampliamente en la industria frutícola. En la técnica de IA el objeto bajo estudio es impactado por un objeto sólido pequeño, aunque también se puede usar un martillo de impacto. El impacto sobre el objeto produce vibraciones en el rango audible que son captadas por sensores de sonido colocados cerca de la superficie del objeto. En este trabajo exploramos la aplicación de la técnica de IA en bloques de pavimento flexible para analizar las señales acústicas detectadas por dos sensores de sonido, uno colocado en la dirección del impacto y otro a 90 grados con respecto a esta dirección. Se consideran los casos en que el bloque de pavimento flexible descansa libremente sobre una superficie horizontal y cuando es sometido a una presión. Se obtienen los espectros de Fourier y se cuantifica un parámetro de entropía, basado en la llamada entropía de Shannon, en el espacio fase definido por las señales acústicas detectadas por los dos sensores. Los resultados experimentales muestran que cuando el bloque de pavimento flexible es sometido a presión su espectro de Fourier muestra frecuencias bajas que no aparecen en el caso en que el bloque no sea sometido a presión y también se observa un incremento en la entropía de Shannon.

M2458 **Síntesis de derivadas y derivadas fraccionarias en un procesador óptico de Fourier utilizando una pantalla de cristal líquido** *Cecibet Mendoza Rodríguez* (ceciibetm2za@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Carlos Ignacio Robledo Sánchez(crobledo@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Rigoberto Juárez Salazar(rjuarezsalazar@gmail.com), Instituto Politécnico Nacional CITEDI; *Expositor.*
El trabajo muestra la manera de generar derivadas y derivadas fraccionarias de una función de fase, implementando un procesador óptico de Fourier 4f con un modulador espacial de luz. El arreglo óptico 4f consiste en un interferómetro de trayectoria común de doble ventana. En cada ventana un patrón de franjas es desplegado con patrones de franjas tipo cosenoidal, modulados con la función de fase a ser procesada. En el plano de Fourier se coloca una rejilla de Ronchi, logrando replicar las ventanas a la salida del sistema. La rejilla se gira alrededor de un vector perpendicular al eje óptico permitiendo que las ventanas replicadas a la salida del sistema se desplacen lateralmente consiguiendo observar franjas de interferencia con desplazamiento lateral. En este trabajo se muestra como obtener derivadas de orden entero o fraccional de la fase codificada en el plano objeto.

M2449 **Medición de la MTF para una lente** *Adriana Tapia Ramírez* (adrianatapia80@gmail.com), Benemérita universidad autónoma de Puebla; Bethsaida Sotelo Viveros(beth_1015@hotmail.com), Universidad Veracruzana, Xalapa, Ver. México; Cecibet Mendoza Rodríguez(cecit_14_borr@hotmail.com), Benemérita universidad autónoma de Puebla; Carlos Ignacio Robledo Sánchez(crobledo@fcfm.buap.mx), Benemérita universidad autónoma de Puebla; Alberto Cordero Dávila(acordero@fcfm.buap.mx), Benemérita universidad autónoma de Puebla; *Expositor.*
La Función de Transferencia de Modulación (MTF) es un parámetro muy importante para medir la respuesta que tiene cualquier sistema óptico a diferentes señales con diferente frecuencias. En este trabajo se presenta la medición de la MTF para una lente usando una tarjeta de resolución USAF como función del diámetro de la pupila de salida de una lente de 5 cm de diámetro. Se comparan los resultados obtenidos para lentes simples y algunos dobletes acromáticos. Se presentan los resultados experimentales obtenidos.

M2388 **Transformada de Fourier en coordenadas polares aplicada a funciones asimétricas** *Maricela Flores Sandoval* (liaalecirams@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Cruz Meneses Fabián(cmeneses@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*
En algunas aplicaciones de óptica difractiva, se hace uso de la transformada de Fourier en coordenadas polares, por ello, en este trabajo se presenta un estudio teórico de la transformada de Fourier en coordenadas polares de algunas funciones conocidas y se comparan con análogos en coordenadas cartesianas. En forma general, la transformada de Fourier se presenta para funciones radialmente simétricas y para funciones sin simetría radial a través de un desarrollo en series de Fourier en coordenadas polares. Al igual que en coordenadas cartesianas, se presenta la transformada de Fourier de una función desplazada, un producto de funciones y una convolución, para los diferentes casos de simetría.

M2295 **Modelado del comportamiento de una fibra óptica dentro de un composite para la detección de presión** *Mario Pérez Cortés* (mperez.cortes@correo.uady.mx), Universidad*

*Autónoma de Yucatán; Jorge Lugo Jimenez(jorge.lugo@correo.uady.mx), Universidad Autónoma de Yucatán; Mauricio Ortíz Gutiérrez(mortizg@yahoo.com), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Maritza De Coss Gomez(dcgomez@correo.uady.mx), Universidad Autónoma de Yucatán; Lifter Omar Ricalde Cab(oricalde@correo.uady.mx), Universidad Autónoma de Yucatán; Yenisey Del Rocío Ponce De León Villanueva(yeponc@gmail.com), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.*

Se presenta el comportamiento de una fibra óptica mediante una simulación por Monte Carlo, usando la apertura numérica. Se analiza los rayos de luz entrantes a la fibra óptica mediante un ángulo máximo, que será el de aceptación; y se relaciona con el desarrollo de un sistema formado con fibra óptica en barras de fibra reforzada con fibra de vidrio para determinar el comportamiento mecánico de los elementos de hormigón.

M2340 **Propiedades ópticas de fluorescencia en alacranes y la posible correlación con su ecología.**

*Daniel López Cabrera* (d.lopezcabrera@ugto.mx), Centro de Investigaciones en Óptica; Gabriel Ramos Ortiz(garamoso@cio.mx), Centro de Investigaciones en Óptica; Edmundo González Santillán(egs@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, UNAM; Rafael Espinosa Luna(rluna@cio.mx), Centro de Investigaciones en Óptica; *Expositor.*

Los alacranes tienen una amplia gama de distribución geográfica y viven en casi todos los hábitats, desde desiertos hasta selvas tropicales. Muchos de ellos viven debajo de la superficie, algunos son excavadores superficiales y otros viven debajo de piedras, corteza y hojarasca. Cuando un alacrán se expone a la radiación UV (320-400 nm), su exoesqueleto emite una fluorescencia de color azul-verdoso (420-650 nm). Este fenómeno se informó por primera vez en 1954 [1], siendo característico de la mayoría de los alacranes con pocas excepciones. En la actualidad, la funcionalidad biológica, si la hay, de esta intrigante fluorescencia observada en el exoesqueleto de los alacranes es desconocida y representa un desafío para los ecofisiólogos. Se han planteado teorías sobre las posibles razones de la fluorescencia en los alacranes. Por ejemplo, se cree que la fluorescencia actúa como una señal para evitar la luz UV [2]. También se ha informado la posibilidad de que la visión de los escorpiones sea dicromática con un pico de sensibilidad que coincida con la fluorescencia generada por la luz UV [3]. Por otro lado, se ha sugerido que los elementos fotosensibles en la cutícula de los alacranes pueden funcionar como colectores de fotones. Los elementos fotosensibles podrían ayudar a los alacranes a encontrar refugio, ya que bloquear cualquier parte de la cutícula disminuye la acumulación de fotones. Del mismo modo, se ha encontrado que la luz UV puede inhibir la locomoción normal del alacrán. La β-carbolina [4] y la 4-metil-7-hidroxicumarina [5] se identifican como los fluoróforos desde los que se emite la fluorescencia en los alacranes.

En la actualidad, los estudios disponibles sobre la caracterización óptica del exoesqueleto en diferentes especies de alacranes son bastante limitados. Tal caracterización podría proporcionar información en el campo de la biología, por ejemplo, para encontrar correlaciones específicas entre la reflectancia, el color, la fluorescencia y otras propiedades ópticas exhibidas por el exoesqueleto de los alacranes y los aspectos característicos de su hábitat y su funcionalidad biológica. En este trabajo, se realizó la caracterización óptica del exoesqueleto de 24 especies de alacranes vivos, con técnicas no invasivas. Los parámetros de intensidad de fluorescencia por unidad de área, los espectros de fluorescencia y de reflectancia se midieron para cada especie. Luego, intentamos correlacionar la ecología funcional de estas especies con las características ópticas mencionadas.

M2294 **Diseño de un sistema óptico impreso en 3D para detectar fluorescencia**

*Mario Pérez Cortés* (mperez.cortes@correo.uady.mx), Universidad Autónoma de Yucatán; Mauricio Ortíz Gutiérrez(mortizg@yahoo.com), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; América Pech Y Aké(america.pech@correo.uady.mx), Universidad Autónoma de Yucatán; Héctor Méndez Dzul(hector.mendez@correo.uady.mx), Universidad Autónoma de Yucatán; Maritza De Coss Gomez(dcgomez@correo.uady.mx), Universidad Autónoma de Yucatán; Yenisey Del Rocío Ponce De León Villanueva(yeponc@gmail.com), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.*

En este trabajo se propone un sistema óptico para la implementación de un microscopio fluorescente. Se propone una mecánica austera para el montaje de los sistemas ópticos que componen dicho aparato. Se propone un sistema mecánico para la introducción de las muestras de análisis mediante un muestreo óptico.

M2273 **ANÁLISIS DE LA GENERACIÓN DE PLASMONES DE SUPERFICIE LOCALIZADOS EN NANOPARTÍCULAS METÁLICAS ELIPSOIDALES**

*Jonathan Ramírez Aragón* (jonathan111097ramirez@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Maximino Luis Arroyo Carrasco(marroyo@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*

Los plasmones de superficie localizados surgen con el acoplamiento de la oscilación coherente de los electrones libres en una nanopartícula metálica, inmersa en un medio dieléctrico, con el campo eléctrico externo oscilante de una onda de luz. La generación de dichos plasmones depende de la forma, tamaño y composición química de las nanopartículas, así como de la longitud de onda y el estado de polarización del campo óptico incidente. El entendimiento y aplicación de los plasmones de superficie localizados son de actualidad importancia en campos

como el de sensado óptico, plasmónica, óptica no lineal, etc. En este trabajo se realiza un estudio teórico de la generación de plasmones localizados de superficie en nanopartículas de oro y plata inmersas en algunos de los dieléctricos más comunes. El análisis se lleva a cabo en el marco de la aproximación cuasi-estática considerando nanopartículas metálicas con geometría elipsoidal, inmersas en un medio dieléctrico, iluminadas con un láser linealmente polarizado cuya longitud de onda es mucho mayor que los semi-ejes de las nanopartículas. Se desarrolla el campo eléctrico dentro y fuera de las nanopartículas, en una vecindad de la interfaz metal-dieléctrico, producido por el acoplamiento del campo eléctrico externo y de la oscilación de los electrones libres en el metal, con la finalidad de obtener las polarizabilidades a lo largo de los ejes principales. La función dieléctrica del metal se describe mediante el modelo de Drude y se hace uso de algunos resultados experimentales previamente reportados en la literatura. Se muestra la relación fundamental que hay entre la longitud de onda de la luz de excitación y la generación de plasmones localizados de superficie.

M2247 **Láser multilínea de fibra óptica dopada con Tulio basado en una cavidad Fabry-Pérot** *Andrés Camarillo Avilés* (a.camarillo.aviles@gmail.com), Universidad Autónoma de San Luis Potosí; Miguel Ángel Bello Jiménez(miguel.bello@uaslp.mx), Instituto Nacional De Astrofísica, Óptica Y Electrónica; Daniel Jauregui Vázquez(jaureguid@ugto.mx), Universidad de Guanajuato; Rosa Elvia López Estopier(rosa_ele@hotmail.com), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; Manuel Duran Sánchez(manueld@inaoep.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Baldemar Ibarra Escamilla(baldemar@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; *Expositor.*
El presente trabajo demuestra experimentalmente la generación de múltiples emisiones en longitud de onda a partir de un láser de fibra óptica dopada con tulio mediante la implementación de un filtro Fabry-Perot de cavidades múltiples. El filtro, con una composición que se basa en varias interfaces de sílice-aire y aire-sílice, proporciona una respuesta de reflexión espectral que permite que el láser funcione en emisiones de longitud de onda única, doble o triple a través del ajuste adecuado en el estado de polarización. De esta manera, el láser de fibra es capaz de operar en un amplio rango de longitudes de onda que se extienden desde 1844 hasta 1928 nm. Además, la generación de una operación dual en longitud de onda también es factible en las regiones de 1844 y 1928 nm, exhibiendo un espaciado espectral máximo y mínimo de 4.41 nm y 1.62 nm, respectivamente. Además de esto, el láser puede cambiar a un régimen de operación de longitud de onda séxtuple en la región de 1885 nm, manteniendo un espacio mínimo en longitud de onda de 1.53 nm. El láser demuestra una alta estabilidad en longitud de onda, con variaciones por debajo de 60 pm en todas las longitudes de onda analizadas, y una fluctuación mínima de potencia máxima de ±2.77 dB.

M2943 **Diseño de elementos ópticos difrangentes para producir distribuciones arbitrarias de luz a lo largo del eje óptico** *Víctor Manuel Rico Botero* (vmricob@gmail.com), Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada; Pedro Negrete Regagnon(pnegrete@cicese.mx), Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada; *Expositor.*
Se presenta un método para producir una distribución específica de luz a lo largo del eje óptico a partir de un elemento óptico difrangente (DOE) calculado sin la necesidad de usar algoritmos iterativos. Se muestra que mediante la suma de ondas esféricas generadas por cada punto de la distribución axial esperada, y usando una lente en configuración 2f, un DOE radialmente simétrico puede ser calculado facilmente debido a la existencia de una relación del tipo transformada de Fourier entre el cuadrado de la coordenada radial del DOE y la distribución de luz generada en el eje de simetría. El modelo analítico y una prueba de concepto desde los enfoques numérico y experimental serán presentados.

M1958 **Determinación experimental de grosores de fibras ópticas empleando el fenómeno de difracción** *Ángela Morales Zamudio* (angelamz3020@gmail.com), Departamento de Física, Universidad de Sonora; Daniela Olmos Velderrain(olmosvel0111@outlook.com), Departamento de Física, Universidad de Sonora; María Del Rocío Gómez Colín(rocio.gomez@ciencias.uson.mx), Departamento de Física, Universidad de Sonora; Roberto Pedro Duarte Zamorano(roberto.duarte@fisica.uson.mx), Departamento de Física, Universidad de Sonora; Alejandro García Juárez(agarcia@cifus.uson.mx), Departamento de Investigación en Física, Universidad de Sonora; *Expositor.*
La difracción es uno de los fenómenos más estudiados en la óptica física, una de sus aplicaciones es determinar las dimensiones de objetos muy pequeños. Con base en dicho fenómeno se caracterizaron los grosores de diferentes fibras ópticas, empleando dimensiones ya conocidas de 0.25, 0.5 y 0.75 mm, mediante el análisis de los patrones de difracción generados al incidir un láser de 633 nm sobre cada una de las fibras. A partir de los resultados obtenidos se elaboró una práctica de laboratorio que permite a estudiantes determinar el diámetro de fibras ópticas de grosores desconocidos, dentro del rango de dimensiones de las fibras empleadas. La práctica está planeada para alumnos que cursen las materias de Óptica y de Optoelectrónica impartidas en la División de Ciencias Exactas y Naturales en la Universidad de Sonora.

M2187 **DETECCIÓN DE ADULTERACIÓN EN ACEITE DE OLIVA EXTRA VIRGEN**

**MEDIANTE ESPECTROSCOPIA** *Jessica Nohemí Figueroa Ramírez* (nohemi.figueroa.10297@gmail.com), Universidad de Guanajuato; Julián Moisés Estudillo Ayala(julian@ugto.mx), Universidad de Guanajuato; Daniel Jauregui Vázquez(d.jauregui@ugto.mx), Universidad de Guanajuato; Juan Manuel Sierra Hernández(jm.sierra@ugto.mx), Universidad de Guanajuato; Roberto Rojas Laguna(rlaguna@ugto.mx), Universidad de Guanajuato; José Roberto Reyes Ayona(jr.reyes@ugto.mx), Universidad de Guanajuato; Juan Carlos Hernández García(jchernandez@ugto.mx), Universidad de Guanajuato; *Expositor.*

Es importante la identificación y detección de adulteración en este aceite comestible ya que existen recolectores descalificados que mezclan los aceites de tal manera que infringen las regulaciones y con ello estos errores comprometen la calidad del aceite que se vende, además de engañar al consumidor. En este trabajo se presenta la técnica de espectroscopia de fluorescencia que utiliza diversas fuentes de luz, el primer arreglo experimental emplea una fuente de luz de supercontinua con fibra óptica convencional lo que reduce los costos de implementación, en cuanto al segundo arreglo se utiliza como fuente de luz un láser pulsado. El examinar detalladamente dichos espectros con diferentes fuentes de luz en el rango visible puede es de utilidad para detectar el grado de adulteración del aceite bajo prueba.

M2082 **Medición del ángulo de polarización de la luz por reflexión** *Luz Silvana Rodríguez Meléndez* (silvanarodrizur@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Maximino Luis Arroyo Carrasco(marroyo@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*

El fenómeno de polarización de la luz es una manifestación macroscópica del carácter vectorial de una onda electromagnética transversal. Muchos efectos de brillo o lustre sobre superficies planas en objetos comunes, se deben al proceso de polarización parcial de la luz por reflexión. David Brewster encontró empíricamente que cuando un haz de luz natural propagándose en el aire se refleja con el ángulo adecuado en la superficie de vidrio de una ventana, este se polariza, siendo el vector de campo eléctrico del haz reflejado, paralelo a la superficie de reflexión. En este trabajo se expone la polarización de la luz por reflexión y, midiendo experimentalmente el ángulo de Brewster para la reflexión de un haz láser en las interfaces aire-vidrio y aire-agua, se demuestra que el haz reflejado está linealmente polarizado. Además del punto de vista fenomenológico de Maxwell, se complementa la teoría al explicar la existencia de este ángulo mediante el momento dipolar. Parte de la importancia del estudio de este fenómeno radica en la aplicación de estos principios en el desarrollo de instrumentos ópticos y nuevas tecnologías, por lo que en este trabajo se explican algunos ejemplos de aplicación.

M1949 **Determinación del espesor y la constante dieléctrica de películas delgadas de oro y plata por medio de la técnica de resonancia de plasmones superficiales usando dos longitudes de onda** *Sarahi Estrada Hernandez* (sara.eshernandez@hotmail.com), UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO; Mary Carmen Peña Gomar(mgomar@gmail.com), UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO; Jesus Antonio Rangel Cardenas(jesus.arc@gmail.com), UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO; *Expositor.*

El desarrollo de películas delgadas permite modelar una amplia variedad de fenómenos con posibles aplicaciones. Esta es la razón por la cual es muy útil tener métodos confiables que permitan determinar los parámetros principales de una película delgada para que sea confiable y presente las especificaciones requeridas. La técnica de resonancia de plasmón superficial se ha propuesto para interrogar los principales parámetros ópticos de una película delgada, como el grosor y la constante dieléctrica. Sin embargo, determinar estos dos parámetros simultáneamente no suele ser fácil y es común tener que conocer uno de ellos para determinar el otro parámetro. En este trabajo se presenta un esquema experimental que utiliza el efecto de la resonancia de los plasmones de superficie utilizando la configuración de Kretschmann con dos longitudes de onda. La excitación del plasmón superficial se logra mediante dos láser He-Ne de dos longitudes de onda, 633 nm y 612 nm. Posteriormente, se analizaron las curvas de reflectancia, donde se establecieron dos ecuaciones de reflectancia y se realizó una comparación entre mediciones teóricas y experimentales. Finalmente, mediante un ajuste de datos, se determinaron los parámetros ópticos.Determinación del espesor y la constante dieléctrica de películas delgadas de oro y plata por medio de la técnica de resonancia de plasmones superficiales usando dos longitudes de onda.

M2001 **Mediciones de actividad óptica en sustancias liquidas** *Ariel Flores Rosas(aros8151@gmail.com), universidad autónoma de chiapas; Víctor Iván Ruiz Pérez(victoryvan1@hotmail.com), universidad autónoma de chiapas; Sergio Mendoza Vázquez(smendoza@unach.mx), universidad autónoma de chiapas; Francisco Javier Toledo Vazquez* (franciscotoledo435@gmail.com), universidad autónoma de chiapas; *Expositor.*

Mediciones de actividad óptica en sustancias liquidas Francisco Javier Toledo Vázquez* (franciscotoledo435@gmail.com), Facultad de Ciencias en Física y Matemáticas, Universidad Autónoma de Chiapas; Sergio Mendoza Vázquez (smendoza@unach.mx), Facultad de Ciencias en Física y Matemáticas, Universidad Autónoma de Chiapas. *Expositor. Se sabe que las sustancias ópticamente activas giran el plano de polarización de la luz linealmente polarizada. Un cristal de azúcar o una solución de azúcar,

son ejemplos bien conocidos, la luz que atraviesa el cristal sigue polarizada linealmente pero el nuevo plano de vibración del campo eléctrico E, ha girado un cierto ángulo respecto al plano inicial. En este proyecto, se trata el estudio de la actividad óptica en diversas sustancias liquidas con tal de poder encontrar una correlación entre sus propiedades físicas y las cantidades de concentración que esta contiene. Dicho esto, se logra a través del análisis del ángulo de rotación específica para cada sustancia y cantidad de muestra. Para una sustancia pura en solución, si el color y la longitud óptica están fijas y la rotación específica es conocida, la rotación observada puede usarse para calcular la concentración de la disolución. Se utiliza un polarímetro con un error de 2-3 grados por cada 720 grados de giro para poder realizar este trabajo, posteriormente se realizó y analizo algunas pruebas en sustancias líquidas con resultados ya conocidos como agua-azúcar, agua-sal. También se hacen pruebas en sustancias no exploradas tales como agua- jabón, agua-miel y alcohol disuelto en agua. El proyecto se realiza con el fin de estudiar y presentar los distintos resultados de los tipos de mezclas analizados, y realizar experimentos para saber el comportamiento que provoca una luz láser polarizada; al pasar a través de x sustancia. El conocimiento del ángulo de rotación observada y específica para cada cantidad de muestra, nos ayudarían en algunas aplicaciones para; conocer cantidades de sustancias que se encuentran en mezclas, así como para detectar a través de un estudio y correlación de datos obtenidos, algunas sustancias que estén dopadas o adulteradas con otras. También si se conoce la rotación específica de un enantiómero puro (también llamados isómeros ópticos), la rotación observada puede ser usada para calcular la pureza óptica, o el nivel de contaminación de un compuesto con su enantiomero. Como propuesta para estudios posteriores, se tiene la idea de continuar con el proyecto; con el fin de analizar otros tipos de mezclas como, aguas negras, bebidas alcohólicas y también poder estudiar las cantidades de glucosa que existe en concentraciones de sangre.

M2019 **Análisis teórico de rejillas de Bragg uniformes para su aplicación en sensado simultáneo de temperatura y esfuerzo.** *Alan Campos Arreola* (a.camposarreola@ugto.mx), Universidad de Guanajuato; Ana Dinora Guzmán Chávez(ad.guzman@ugto.mx), Universidad de Guanajuato; Everardo Vargas Rodríguez(evr@ugto.mx), Universidad de Guanajuato; Mario Alberto García Ramírez(seario@gmail.com), Universidad de Guadalajara; *Expositor.*
En este trabajo se presenta un estudio teórico de un sensor óptico para medir simultáneamente temperatura y esfuerzo basado en rejillas de Bragg uniformes grabadas en fibra óptica. Los espectros de reflexión de las rejillas fueron simulados con las ecuaciones de modos acoplados usando el método de la matriz. Además, se corroboró que gracias a las propiedades térmicas (relacionado con el coeficiente termo-óptico y de expansión térmica) y elástica (relacionada con el coeficiente elasto-óptico) del material de la rejilla de Bragg, el desplazamiento de la longitud de onda con la máxima reflexión (longitud de onda de Bragg) es una combinación lineal del cambio de temperatura y del esfuerzo. Por tanto, un sistema de dos rejillas de Bragg se representó por medio de un sistema de 2 ecuaciones lineales. Además, la solución se representó con el método de la matriz inversa. Los resultados teóricos muestran que para poder discernir entre el cambio de temperatura y del esfuerzo aplicados a una o ambas rejilla de Bragg, es necesario que al menos éstas tengan una propiedad térmica o elástica diferente.

M2049 **La ley de Refracción expresada de forma Vectorial-Matricial y sus aplicaciones** *Efrén Santamaría Juárez(jse_myb_tk@hotmail.com), Instituto Nacional de Astrofisíca Óptica y Electrónica; María Elizabeth Percino Zacarias(epercino@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofisíca Óptica y Electrónica; Fermín Salomón Granados Agustín(fermin@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofisíca Óptica y Electrónica; Guadalupe Flores Serrano(flores@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofisíca Óptica y Electrónica; Alejandro Cornejo Rodríguez* (acornejo@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofisíca Óptica y Electrónica; *Expositor.*
Tradicionalmente en la mayoría de los libros de Física General y Óptica, la ley de reflexión se desarrolla y explica en un plano. En este trabajo se extiende la compresión del fenómeno de reflexión, empleando un análisis matemático vectorial-matricial, y sus aplicaciones para analizar diferentes elementos reflectores: prismas y combinaciones de espejos; pero en forma tridimensional.

M2077 **Métodos iterativos de Fourier aplicados en la generación de pinzas ópticas** *Brenda Miranda Guevara* (marioparrahurtado@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Miguel Ángel Olvera Santamaría(molvera@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*
Las pinzas ópticas son un instrumento de gran relevancia para manipular partículas microscópicas con luz estructurada. Consisten en una distribución de campo óptico concentrada en una región pequeña con un gradiente de intensidad proporcional a la presión de la radiación. Existe una amplia gama de técnicas de generación, sin embargo, la gran mayoría requiere sistemas ópticos complejos. En este trabajo desarrollamos algoritmos que emplean la transformada de Fourier de forma iterativa para generar una distribución de fase tal que el campo generado en el plano de Fourier alcance sistemáticamente un alto gradiente de intensidad. Esto permite diseñar y generar directamente un campo óptico con una estructura predefinida a partir de una medición de intensidad en el plano de Fourier y conocimiento a priori de las dimensiones físicas del sistema. Los métodos propuestos pueden ser de utilidad en el desarrollo de esquemas para incrementar la precisión en atrapamiento óptico de micropartículas.

***Física de Plasmas***
***Línea (online)***

M2468 **Control robusto de orden arbitrario (m) de la posición de la columna de plasma en un tokamak con un modelo no lineal aproximado por un método de mínimos cuadrados polinomial de orden arbitrario (n).** *Ariel Fernando Gaona Castellanos* (fgaona_@hotmail.com), Instituto de Ciencias Nucleares de la Universidad Nacional Autónoma de México; José Julio Emilio Herrera Velázquez(herrera@nucleares.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares de la Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*
En el presente trabajo se plantea un nuevo algoritmo para controlar la posición y la forma del plasma en un tokamak basado en un modelo dinámico de orden arbitrario (m) no lineal, cuya no linealidad se obtuvo de manera aproximada en simulación. Este modelo de dimensión m está conformado por una parte lineal y otra no lineal de acuerdo con Areola y Pironti [1]. La parte lineal comprende el efecto de las corrientes de las bobinas (activas y pasivas) entre ellas relacionadas con sus inductancias y resistencias, así como las entradas de control (voltajes en las bobinas). La parte no lineal está relacionada con los efectos del plasma en cada uno de los circuitos del tokamak. Areola y Pironti [1] mencionan que esta parte no lineal es posible obtenerla numéricamente mediante códigos de simulación del equilibrio MHD. En este trabajo se obtiene esta parte no lineal haciendo un barrido de simulaciones del equilibrio MHD variando los parámetros del plasma para después hacer una regresión polinomial de orden n (que corresponde al número de bobinas de campo magnético poloidal para control en el tokamak) por mínimos cuadrados. Una vez obtenido el modelo, se procede a diseñar el algoritmo de control usando la técnica de modos deslizantes clásico [2] modificando el paso del control equivalente por el propuesto en la presentación del año pasado basado en Lyapunov con cancelación de singularidades [3]. La posición y forma del plasma se puede controlar mediante las corrientes en las bobinas de control en el tokamak [1]. De esta manera, el control resultante cumplirá su objetivo y será robusto ante perturbaciones e incertidumbres paramétricas acotadas pero tendrá un menor chattering o castañeo [4] en los voltajes de las bobinas de control, mejorando el desempeño y durabilidad de los actuadores con respecto a los algoritmos propuestos en trabajos pasados.
Referencias
[1] Areola, M. and Pironti, A. (2016). Magnetic Control of Tokamak Plasmas. Springer. 10.1007/978-1-84800-324-8.
[2] Slotine, J.J. E. and Li, W. (1991). Applied Nonlinear Control. Prentice Hall Englewood Cliffs.
[3] Yeom, D.H. and Joo, Y.H. (2012). Control Lyapunov Function Design by Cancelling Input Singularity. International Journal of Fuzzy Logic and Intelligent Systems. 12. 10.5391/IJFIS.2012.12.2.131.
[4] Fridman, L., Iriarte, R. and Moreno, J.(2012). Sliding Modes After the First Decade of the 21st Century: State of the Art. Springer. 10.1007/978-3-642-22164-4.

M2453 **Soluciones numéricas al problema de equilibrio magnetohidrodinámico de una columna de plasma con geometría cilíndrica.** *Rafael Valverde Coria* (rafaelvalverde@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencas, UNAM; José Julio Emilio Herrera Velázquez(herrera@nucleares.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM; *Expositor.*
Como un primer paso en el desarrollo de códigos de equilibrio magnetohidrodinámico en sistemas de confinamiento toroidal, se ha instrumentado un código que resuelve el problema en geometría cilíndrica. Se combinan el método de Runge-Kutta para la solución de ecuaciones diferenciales y el de Newton-Raphson para la búsqueda de raíces, obteniendo un algoritmo que resuelve el problema con condición a la frontera. En este trabajo se presentan resultados afines al caso del campo libre de fuerzas, así como con diversos perfiles de presión.

M2278 **Plasma Jet aplicado en la desinfección de materiales.** *María José Rodríguez Albarrán* (majordz1394@gmail.com), Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma del Estado de México; Aarón Gómez Díaz(agomezd@uaemex.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma del Estado de México; Juan Carlos Martínez López(clue_england@hotmail.com), Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma del Estado de México; Pedro Guillermo Reyes Romero(pgrr@uaemex.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma del Estado de México; Josefina Vergara Sánchez(vergara@uaem.mx), Escuela de Estudios Superiores de Xalostoc, Universidad Autónoma del Estado de Morelos; César Torres Segundo(cetose@gmail.com), Escuela de Estudios Superiores de Xalostoc, Universidad Autónoma del Estado de Morelos; Horacio Martínez Valencia(hm@fis.unam.mx), Instituto de Ciencias Físicas, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*
La creciente necesidad de métodos eficientes para la desinfección de instrumental clínico y superficies propone un panorama en el cual es necesario considerar además de la calidad de desinfección, el impacto ambiental y el costo-beneficio de su aplicación en grandes cantidades, tal es el caso de la actual pandemia de coronavirus SARS-CoV-

2 responsable del COVID-19 que ha estado afectando especialmente a la población mexicana. Algunos de los métodos de desinfección actualmente utilizados como los químicos o de irradiación han presentado inconvenientes al ser utilizados en intervalos extensos, limitados por las dimensiones del área de uso, causando un efecto negativo al medio ambiente y en consecuencia al ser humano. En contraste, la aplicación de plasmas atmosféricos para la desinfección presenta diversos beneficios al no formar residuos nocivos, tener buen manejo para fines clínicos y generarse a temperatura ambiente. Estos tipos de plasmas se caracterizan por la producción de especies reactivas de Oxígeno, Nitrógeno y radicales libres $\bullet$OH, que, al interaccionar con los virus y bacterias provocan procesos de oxidación capaces de romper las membranas celulares. En este sentido, el plasma Jet diseñado en el Laboratorio de Física Avanzada de la Universidad Autónoma del Estado de México se forma mediante una Descarga de Barrera Dieléctrica (DBD), usando como configuración un tubo de cuarzo el cual contiene un electrodo central de tungsteno conectado a una fuente pulsada aplicando 5 kV-12.4 kHz; el tubo es rodeado por un anillo de aluminio conectado a tierra física (GND). Para generar la descarga se utiliza He como gas de arrastre. Agradecimientos. A J. C. Palomares por su asistencia técnica, PRODEP DSA/103.5/15/6986, PRODEP CA-5511-6/18-8304, PROMEP 103.5/13/6626, PII-43/PIDE/2013 UAEM, IN102916, CONACyT 268644, UAEM 4307/2017/CI, Beca CONACYT de estudios de posgrado Maestría en Ciencias CVU 963501.

M1839 **Estudio del movimiento de iones negativos estables de THF en campos eléctricos homogéneos**
*Luis Gerson Pérez Romero* (lgperez@icf.unam.mx), Instituto de Ciencias Físicas; Jaime De Urquijo Carmona(jdu@icf.unam.mx), Instituto de Ciencias Físicas; Olmo González Magaña(olmogm@icf.unam.mx), Instituto de Ciencias Físicas; *Expositor.*
El Tetrahidrofurano (THF, $C_4\ H_8\ O$) es una molécula orgánica que, en su fase gaseosa, se utiliza para modelar la interacción de electrones con la 2-Desoxirribosa, una molécula presente en el ADN. Nuestro estudio de esta interacción se lleva a cabo mediante la Técnica Pulsada de Townsend (TPT), que nos permite obtener parámetros de ionización y transporte de iones y electrones, entre otros. En un régimen de baja energía, en el que los campos eléctricos son muy débiles, se ha observado la formación de iones negativos estables subsecuentes a un proceso de captura electrónica. Se presentarán las mediciones de la velocidad de arrastre iónica en función de la presión. Se agradece al CONACyT la beca de maestría otorgada a G.Pérez, y la asistencia técnica de G. Bustos, A. Bustos y H. Hinojosa. Este trabajo ha sido apoyado por el Proyecto PAPIIT IN118520

M2384 **Observación y estudio de avalanchas electrónicas producidas por la multifotoionización de oxígeno molecular utilizando la técnica pulsada de Townsend**
*Olmo González Magaña* (olmogm@gmail.com), Universidad de Groningen; Antonio Marcelo Juárez Reyes(amjuarez@icf.unam.mx), Universidad de Manchester; Jaime De Urquijo Carmona(jdu@icf.unam.mx), Universidad de Manchester; *Expositor.*
Se reporta la primera observación de la formación de avalanchas electrónicas generadas por la multifotoinización de oxígeno molecular ($O_2$) en la técnica de Townsend. Recientemente, en el laboratorio de Plasmas de Baja Temperatura del ICF de la UNAM, se construyó una cámara de Townsend para el estudio de la formación y fotodesprendimiento de iones negativos en gases débilmente ionizados. La técnica de Townsend se basa en la medición y análisis de la corriente de desplazamiento generada en el seno de un gas confinado entre dos electrodos circulares que forman un capacitor de placas paralelas. Con ayuda de un pulso láser en el UV (Nd:YAG, 355nm, 3ns, 10mJ) que incide sobre el cátodo del capacitor, se forma una nube de electrones por efecto fotoeléctrico que se desplazan a través de un campo eléctrico homogéneo generado entre las placas del capacitor. Dependiendo de las propiedades del gas, de la densidad N de éste al interior de la cámara y de la magnitud del campo eléctrico E, se generará ionización o captura electrónica y la posterior formación de iones positivos o negativos. En particular, para el caso de $O_2$, y a valores relativamente pequeños del parámetro de Townsend E/N domina la captura electrónica y la formación de iones negativos. Para estudiar el fotodesprendimiento de estos iones negativos se utiliza un segundo pulso láser sintonizable (210- 2000 nm), disparado en la dirección transversal a la del desplazamiento de los iones, provocando el desprendimiento del electrón capturado por el ion negativo y la formación de una nueva corriente de desplazamiento que puede ser fácilmente detectada por la técnica de Townsend. Mientras se realizaban las mediciones de fotodesprendimiento se observó que se forman avalanchas electrónicas producidas por la ionización del gas al utilizar el segundo pulso láser intenso de fotodesprendimiento a 266nm y 355nm, y esto aún en ausencia del primer pulso láser. Esto es una clara indicación de multifotoionización en el seno del gas $O_2$, aún cuando el segundo pulso de 6mm de diámetro no está enfocado. Para comprobar las características de esta nueva avalancha, se midieron sus parámetros de ionización y transporte, disparando el segundo pulso multifotoionizador a la mitad de la separación entre placas (1.5 cm desde el cátodo). Se midieron y analizaron la velocidad de arrastre electrónico, Ve, y el coeficiente de ionización efectiva $\alpha_{eff}$ que se comparan bien con los medidos por el método pulsado de Townsend "convencional". Los datos medidos de Ve coinciden bastante bien con los reportados previamente. Finalmente, en el trabajo se discuten las consecuencias de este efecto para el diagnóstico de plasmas asistido por láseres y también para fuentes de iones y electrones.

Los autores agradecen el apoyo de los proyectos PAPIIT-UNAM IA 104520 y IN 118520, y CONACyT proyecto 240073. Agradecemos el apoyo técnico de A Bustos, G Bustos y H Hinojosa.

M1836 **Campos de Beltrami** *Pablo Enrique Moreira Galván* (paenmoga@gmail.com), CINVESTAV; *Expositor.*

Una función $\mathbf{B}$ que satisface la ecuación $\operatorname{rot}\mathbf{B} + \lambda\mathbf{B} = 0$, donde $\lambda$ es una función escalar de tres variables, es llamada campo de Beltrami, este tipo de funciones aparecen en Física de plasmas, en Mécanica de Fluidos etc. En este trabajo encontraremos una manera de encontrar tales campos y representarlos en forma de serie de la forma $\sum_{j=0}^{\infty}\varphi_j(x)y^j z^j$ do, cuando $\lambda(x)$ solo depende de una variable usando operadores de transmutación y funciones monogénicas en los bicuaternios $\mathbb{H}(\mathbb{C})$, aún mas se mostrará que toda Campo de Beltrami se puede aproximar mediante este método.

M2451 **Empleo de bobinas helicoidales para la producción del flujo poloidal de un tokamak esférico** *Carlos Carrera Padilla* (carloscarrera@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencas, UNAM; José Julio Emilio Herrera Velázquez(herrera@nucleares.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM; *Expositor.*

La principal característica de un tokamak esférico es su baja razón de aspecto, lo que significa que su radio menor es muy parecido a su radio mayor. Esto le hace más parecido a una manzana a la que se le ha removido el carozo, que a una dona, a diferencia de los tokamaks convencionales. Esto le permite tener un mayor cociente de presión de plasma respecto a la presión del campo magnético que le confina. Sin embargo, el transformador de la columna central impone límites sobre el radio menor. Una alternativa es rodear al tokamak esférico mediante bobinas helicoidales para inducir el flujo poloidal necesario. En este trabajo se explora esta posibilidad, originalmente propuesta por Allen H. Boozer de la Universidad de Columbia.

M2454 **Foundation of non-Maxwellian distributions in plasma physics and their applications** *José Julio Emilio Herrera Velázquez* (herrera@nucleares.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM; *Expositor.*

It is common to assume that the velocity distributions of the species that compose a plasma are Maxwellian, which are akin to closed systems in thermodynamic equilibrium, with short range interactions. However, plasmas are by nature non-equilibrium open systems with long range interactions, and this assumption is seldom fulfilled in practice. In space plasmas velocity distributions have been systematically measured since the early days of exploration with spacecrafts, in which suprathermal tails are usually observed. This led to devise the so called $\kappa$ distributions as a fitting resource [1], whose name stems from the fact that they depend on an adjustable parameter $\kappa$, such that the Maxwellian distribution is recovered when it tends to infinity. Their theoretical basis has been later developed in the framework of non-extensive statistical physics, as proposed by Tsallis [2,3], in which a non-additive entropy is proposed, generalising the Maxwell-Gibbs entropy.

A significant wealth of results with this approach, relevant to plasma physics have been produced in recent years, some of which have been compiled by Livadiotis, with emphasis on his own work [4]. While its applications have usually been confined to space plasmas, which are extremely collisionless, it has become clear that they call for a review of fundamental concepts, such as Debye shielding [5,6], as well as the fluid models and the relevant transport coefficients, as obtained employing the Braginskii's method [7]. The former may also be relevant to electrostatic diagnostics, such as Langmuir probes. The implications for fusion plasmas may be interesting, but they have not been explored so far. On the other hand, this approach might also provide a powerful tool for data analysis in problems where supratehrmal distributions are often observed, such as in relativistic run-away electrons [8].

The purpose of this paper is to present the state of the art on the foundations of non-Maxwellian distributions in plasma physics from the point of view of non-extensive statistical mechanics, and their possible implications in fusion research.

[1] V. M. Vasyliunas, Journal of Geofisical Research, **9**, 2839 (1968). [2] C.Tsallis, J. Statistical Physics, **52**, 479 (1988). [3] C. Tsallis, Introduction to Nonextensive Statistical Mechanics," (Springer Verlag, New York, 2009). [4] G. Livadiotis, "Kappa Distributions: Theory and Applications in Plasmas," (Elsevier, Netherlands, 2017). [5] G. Livadiotis and D.J. McComas, Journal of Plasma Physics **80**, 341 (2014). [6] L.A. Gougam and M. Tribeche, Physics of Plasmas **18**, 062102 (2014). [7] D. S. Oliveira and R.M.O. Galvao, Physics of Plasmas **25**, 102308 (2018). [8] C. Liu, D.P. Brennan, A. Bhattacharjee and A. Boozer, Physics of Plasmas, **23** 010702 (2016).

M2398 **Implementación de procesos físicos en simulaciones de plasma confinado** *Víctor Manuel Lizárraga Rubio* (vmlizarraga.fcfm@uas.edu.mx), Universidad Autónoma de Sinaloa; José Guadalupe Ibarra Armenta(jgibarra@uas.edu.mx), Universidad Autónoma de Sinaloa; Cristhian Alfonso Valerio Lizárraga(cvalerio@uas.edu.mx), Universidad Autónoma de Sinaloa; *Expositor.*

El estudio de plasma confinado ha sido un tema de investigación relevante desde principios del siglo pasado. Debido a la correlación entre las componentes del plasma es muy difícil obtener una visión de los fenómenos que se llevan a cabo por estas. Una metodología empleada para conocer acerca de estos fenómenos es el uso de simulaciones por computadora. Para esto se han utilizado

distintos métodos como la resolución de las ecuaciones de Magneto-Hidrodinámica y la ecuación de Vlasov. Para este trabajo se desarrollaron dos códigos basados en los métodos Particle-In-Cell (PIC) y Monte Carlo, esto con el fin de comparar los resultados obtenidos entre estos. Se presenta una visión general del funcionamiento de ambos códigos. Los resultados preliminares presentan un excelente acuerdo con la teoría para casos sencillos. Así, se concluye que hay una buena implementación de los fenómenos físicos considerados, como el confinamiento por un campo magnético y la trayectoria de deriva generada por la curvatura de este.

M2497 **INACTIVACIÓN DE BACTERIAS MEDIANTE PLASMA TIPO CORONA** *Pedro Guillermo Reyes Romero(pgrr.uaemex@gmail.com), Universidad Autónoma del Estado de México; Horacio Martínez Valencia(hm@icf.unam.mx), UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO; César Torres Segundo(cetose@gmail.com), UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS; Josefina Vergara Sánchez(vergarasj@gmail.com), UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS; Ana Tarin Gutiérrez Ibañez(jrsanchezp@uaemex.mx), Universidad Autónoma del Estado de México; Jose Carlos Palomares Amado* (cosmosx@yahoo.com), Universidad Autónoma del Estado de México; Aarón Gómez Díaz(aaron_kfg@hotmail.com), Universidad Autónoma del Estado de México; Brenda Trujillo Gómez(brendakamila86@gmail.com), Universidad Autónoma del Estado de México; *Expositor.*
De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), continuamente surgen enfermedades producidas por virus y bacterias como Salmonella y Escherichia coli que representan un grave problema para la salud pública. En los últimos veinte años, se han registrado epidemias como él (SARS-CoV) en 2002 a 2003, y la gripe H1N1 en 2009. Más recientemente, el (MERS-CoV) se identificó en 2012. Un nuevo coronavirus (SARS-CoV-2) ha dado lugar a un brote continuo de neumonía viral a nivel mundial, el estudio de tratamientos y métodos de inactivación mediante diferentes procesos físicos y químicos surgen como propuestas para coadyuvar en la situación actual. En este trabajo se emplea un plasma no térmico de tipo Corona como método de inactivación de la bacteria gramnegativa Salmonella typhimurium utilizando una fuente de alimentación pulsada (Mod Advanced Energy DC Pinnacle Plus, 1,5 kW) el voltaje aplicado entre los electrodos fue de 1.0 kV, a una frecuencia de 10 kHz, y una potencia de 15 W, que permaneció constante durante todos estos tratamientos a presión atmosférica generando los radicales libres que inactivan las bacterias. Los efectos físicos y químicos que produce el plasma sobre las bacterias se determinaron mediante espectroscopía óptica de emisión, espectrofotometría de absorción, pH, conductividad eléctrica, temperatura y unidades formadoras de colonias. Los resultados muestran la reducción en el número de colonias de 4.18 Log10 en el tiempo 0 s a 3.02 Log10 en el tiempo 180 s, y la absorción muestra que las bacterias se desnaturalizan debido a la generación de especies reactivas producidas por el plasma por el impacto electrónico del proceso de disociación. Agradecimientos. M.J.R. Albarrán (FC-UAEM) por su asistencia técnica. PRODEP DSA/103.5/15/6986, PRODEP CA-5511-6/18-8304, PROMEP 103.5/13/6626, PII-43/PIDE/2013 UAEM, IN102916, CONACyT 268644 y UAEM 4307/2017/CI, beca CONACyT de estudios de Posgrado de Maestría en Ciencias CVU 963792.

M2386 **Renovación del tubo de deriva del ICF-UNAM para la medición de movilidades iónicas en gases. Primera fase: diseño mecánico y simulación** *Pedro Luis Ramírez Álvarez* (plramirez@icf.unam.mx), Universidad Autónoma del Estado de Morelos; Guillermo Bustos Maya(gbustos@icf.unam.mx), Universidad Autónoma del Estado de Morelos; Víctor Manuel Zezatti Flores(zezatti@uaem.mx), Universidad Autónoma del Estado de Morelos; Alfonso Telles Zeferino(alfonsot@icf.unam.mx), Universidad Autónoma del Estado de Morelos; Armando Bustos(bustos@icf.unam.mx), Universidad Autónoma del Estado de Morelos; Jaime De Urquijo Carmona(jdu@icf.unam.mx), Universidad de Manchester; Olmo González Magaña(olmogm@gmail.com), Universidad de Groningen; *Expositor.*
El estudio e identificación de iones en medios gaseosos es muy importante para el desarrollo de nuevas tecnologías. Las técnicas de espectrometría de movilidad iónica han trascendido en el tiempo como una forma precisa de detección de iones, y entre estas últimas sobresale el aparato llamado tubo de deriva. Uno de estos dispositivos estaba ubicado en el laboratorio de Plasmas de Baja Temperatura (PBT) del ICF-UNAM. Este trabajo presenta el diseño mecánico y simulación estática de la estructura y componentes del interior de un nuevo tubo de deriva para el laboratorio de PBT. El diseño del tubo de deriva consiste en dos estructuras, una fija y otra móvil (donde se desplazan los anillos de guarda). La separación entre la fuente de iones y el sistema de detección puede variarse, lo que permite medir apropiadamente la movilidad de las especies iónicas estudiadas. En esta primera fase de construcción es importante contar con estudios mecánicos fiables lograr un buen diseño. Es por ello que se realizaron estudios de las tensiones, deformaciones y desplazamientos que sufre cada pieza a causa de una fuerza o agente externo. Se realizaron además simulaciones del campo eléctricos producido por los anillos de guarda en la sección central del tubo de arrastre para garantizar la homogeneidad éstos. El tubo de deriva consta de tres secciones: a) fuente de iones, que es la sección donde la incidencia transversal de un pulso láser en el UV (Nd:YAG, 355nm, 5ns) atraviesa la cámara y uno de los anillos de guarda para la generar iones por multifotoionización. ; b) tubo de arrastre, ¨que es la sección intermedia que cuenta con una serie de 13 anillos

metálicos de guarda montados a una estructura móvil y que están conectados entre vecinos por una diferencia de potencial constante mediante un divisor de voltaje formado por 13 resistencias para la generación de un campo eléctrico homogéneo con el propósito de mover a los iones antes creados c) la zona de detección, a la cual arriban los iones a un electrodo receptor y cuya corriente se mide para ser interpretada posteriormente. A la fecha se ha concluido con la totalidad de la simulación mecánica y eléctrica del nuevo tubo de deriva, convirtiéndolo en una versión más compacta y funcional. Los autores agradecen el apoyo de los proyectos PAPIIT-UNAM IA 104520, PAPIME PE 108518 y PAPIIT-UNAM IN 118520. Agradecemos el apoyo técnico de H Hinojosa.

M2385 **Implementación de un sistema de generación de tiempos de retardo para láseres pulsados en un experimento de fotodesprendimiento** *Jorge Ordaz Plata* (jorge.platta@icf.unam.mx), Universidad Autónoma del Estado de Morelos; Guillermo Bustos Maya(gbustos@icf.unam.mx), Universidad Autónoma del Estado de Morelos; Manuela Calixto Rodríguez(manuelacalixto@utez.edu.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Armando Bustos(bustos@icf.unam.mx), Universidad Autónoma del Estado de Morelos; Jaime De Urquijo Carmona(jdu@icf.unam.mx), Universidad de Manchester; Olmo González Magaña(olmogm@gmail.com), Universidad de Groningen; *Expositor.*

En el laboratorio de Plasmas de Baja Temperatura del ICF-UNAM se estudian las propiedades de iones negativos en el seno de un gas débilmente ionizado. Dichos estudios son de suma importancia para la simulación y modelaje de plasmas de baja temperatura usados en aplicaciones tecnológicas. En particular, se realizan estudios sobre el fotodesprendimiento de iones negativos. Para realizar el experimento se utilizan dos sistemas láser pulsados del tipo Nd:Yag (1064nm, 0.4 J, 3ns) sucedidos cada uno por generadores de armónicos para su uso en el visible (532 nm) y el ultravioleta ( 355 y 266 nm). El primer pulso láser de UV incide sobre el cátodo de un capacitor de placas paralelas entre las cuales hay una diferencia de potencial constante, y por efecto fotoeléctrico se forma una nube de electrones que se desplazan en el seno del gas electronegativo. Algunos de estos electrones son capturados por las moléculas del gas, formándose los iones negativos. Cierto tiempo después, en el intervalo de 50 ns a decenas de microsegundos, se dispara un segundo láser para iluminar transversalmente la columna de iones negativos, provocando el fotodesprendimiento del electrón capturado. Se utiliza la técnica de Townsend para medir la corriente de desplazamiento generada entre las placas y la presencia de la nueva señal debida al fotodesprendimiento debido al segundo láser. La formación y presencia de iones negativos en la descarga es función de la posición entre placas y del tiempo transcurrido desde el disparo del primer láser. Para estudiar la densidad de iones negativos en el gas, es necesario sincronizar con precisión los dos láseres. En este trabajo se reporta el desarrollo de una interfaz de usuario mediante LabVIEW para controlar un generador de pulsos con un sistema de retardos que alcanza una precisión de nanosegundos. Este sistema permite el control semiautomático del experimento de fotodesprendimiento, y controla el retardo en el disparo de los dos láseres en tres modos de operación: retardo constante, incremento constante de retardo e incremento variable del retardo definido en una tabla de retardos configurada previamente por el usuario. La interfaz del usuario es mostrada en el monitor como una serie de indicadores y controles. Los indicadores son un instrumento de monitoreo que corrigen en caso de ser necesario los parámetros relevantes, tales como la anchura del pulso de disparo, el modo de operación o el voltaje de salida en cada canal. Por otro lado, los controles tienen la función de seleccionar el modo de operación del generador, adaptándose a la necesidad del usuario. El sistema en conjunto tiene el propósito de ser un controlador externo que sincronice y retarde el disparo entre dos láseres pulsados de potencia utilizados en experimentos de Townsend. El sistema se ha implementado ya y funciona exitosamente. Los autores agradecen el apoyo de los proyectos PAPIIT-UNAM IA 104520, PAPIME PE 108518 y PAPIIT-UNAM IN 118520.

M2353 **Estudio de plasmas inducidos por pulsos láser a través de señales eléctricas** *Ulises Vargas Nolasco* (ulisesvn@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Tupak García Fernández(tupak.garcia@gmail.com), Universidad Autónoma de la Ciudad de México; Fausto O. Bredice(faustobredice57@gmail.com), Centro de Investigaciones Ópticas; Citlali Sánchez-Aké(citlali.sanchez@icat.unam.mx), Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología, Universidad Nacional Autónoma de México; Mayo Villagrán Muniz(mayo.villagran@icat.unam.mx), Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

Los plasmas inducidos por láser en aire han sido caracterizados mediante el estudio de señales eléctricas producidas por la perturbación que provoca entre las placas de un capacitor y se mide como una señal de voltaje en una resistencia conectada a la placa de tierra [1]. Esta señal eléctrica permite estudiar el comportamiento del plasma en el espacio y en el tiempo, así como procesos físicos asociados al mismo. En el estudio se variaron la energía de los pulsos del láser, la distancia entre las placas del capacitor, así como su posición relativa a la posición del plasma y el valor de la tensión. Se encontró una relación que vincula la tensión aplicada a las placas y la energía de los pulsos del láser. Aunque se necesitan más estudios, la técnica utilizada es prometedora para aplicarse para estudiar parámetros del láser y sus efectos en los plasmas que produce.

[1] F. Bredice, et. al, IEEE Transactionson Plasma Science, Vol.30, No.6, pp.2139-43 (2002).

M2235 **Ajuste del espectro de potencias de fuentes de centelleo interplanetario a 140 MHz para la estimación de velocidades del plasma solar**
*Federico Salinas Samaniego* (federico.salinassmng@uanl.edu.mx), Universidad Autónoma de Nuevo León; Esmeralda Romero Hernández(esmeralda.romerohdz@uanl.edu.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Eduardo Gerardo Pérez Tijerina(eduardo.pereztj@uanl.edu.mx), Universidad Autónoma de Nuevo León; *Expositor.*
En este trabajo se realizó el análisis espectral de el cuásar 3C048 detectado por el radiotelescopio MEXART (lat. 19°48'N, long. 101°41'O). Para ello se realizó un ajuste polinomial al espectro de potencias obtenido mediante la transformada de Fourier; se utilizó el error cuadrático medio para determinar el grado del polinomio que mejor se ajusta al espectro. Para la estimación de las velocidades se consideró obtener los dos primeros mínimos del polinomio ajustado, para identificar sus frecuencias y asociar un error entre ambos cálculos, atribuido a su vez a la velocidad. Para comprobar la viabilidad de los resultados de este método se compararon con las velocidades obtenidas bajo la metodología del radiotelescopio MEXART.

M2219 **Effect of plasma geometry on the fissile material breeding efficiency for a fusion-fission hybrid**
*Martín De Jesús Nieto Pérez(mnieto@ipn.mx), URBANA CHAMPAIGN; Miguel Lindero Hernández* (miguel.lindero@gmail.com), IPN; *Expositor.*
Hybrid nuclear fusion-fission concepts based on tokamaks started to appear appeared in the 1970s, and the original concept is attributed to Hans Bethe. The basic idea is to produce fissile material by using a combination of a fusion neutron source and a fission blankety initially loaded with fertile material, such as Th-232 or U-238. The neutrons are generated via the nuclear fusion reaction within a spherical tokamak which is surrounded by annular arrays of standard LWR fuel assemblies loaded with fertile material. The energetic neutrons bombard the Thorium blanket and produce fissile material. The codes MCNP (for calculation of neutron flux) and ORIGEN (for nuclear reaction kinetics) are used for estimating the fissile material production rate, as well as the tritium production rate. An intercomunication layer for transferring data between input and output files of these two codes allow the simulation of long irradiation cycles that produce the fissile material ion the assemblies. In this particular study, the effect in the fissile and tritium breeding rates of changes in the overall plasma geometry parameters (minor radius, major radius and elongation) are studied. The power level is kept constant as the plasma volume changes to allow for direct comparison of breeding rates.

M2364 **Amplificación en la intensidad de emisión de la espectroscopia de rompimiento inducida por láser (LIBS) del vidrio cubierto con grafito**
*Fernando Estrada Salgado* (feres@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Citlali Sánchez Aké(citlali.sanchez@icat.unam.mx), Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología, Universidad Nacional Autónoma de México; Mayo Villagrán Muniz(mayo.villagran@icat.unam.mx), Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología, Universidad Nacional Autónoma de México; Tupak García Fernández(tupak.garcia@gmail.com), Universidad Autónoma de la Ciudad de México; María Beatriz De La Mora Mojica(maria.delamora@icat.unam.mx), Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología, Universidad Nacional Autónoma de México; Osmary Depablos Rivera(osmary.depablos@icat.unam.mx), Instituto de Investigación en Materiales, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*
La espectroscopia de rompimiento inducida por láser (LIBS) es una técnica de espectroscopia de emisión atómica (AES) de análisis elemental, que utiliza un plasma inducido por láser (LIP) como fuente de emisión. Esta técnica se ha mejorado mediante el aumento de la intensidad de emisión modificando diferentes características o parámetros y agregando algún material sobre la superficie de la muestra a estudiar. En particular, se ha obtenido mediante la amplificación de espectroscopía de rompimiento inducida por láser usando nanopartículas (NELIBS) [1]. La cual se ha utilizado para analizar muestras transparentes, piedras preciosas y vidrio [2,3]. Recientemente, esto se logró en vidrio mediante el uso de capas de grafeno [4] en lugar de nanopartículas, pero la síntesis de grafeno no es fácil. Por lo tanto, realizamos varias pruebas con productos a base de grafito para aumentar la absorción. Comenzando con el polvo de grafito, vimos la amplificación de LIBS, sin embargo, no era un método cuantificable ya que la onda de choque del plasma inducido por láser dispersó el polvo. En segundo lugar, con capas delgadas de pintura de grafito, vimos la amplificación nuevamente, pero el vidrio se dañó en el centro debido a la distribución de energía gaussiana del rayo láser. En tercer lugar, implementamos una forma diferente de cubrir el vidrio, esta vez con pequeños puntos de pintura para evitar el daño, lo cual fue exitoso, pero no reproducible de acuerdo con las herramientas en el laboratorio. Finalmente, usamos tiras de papel de grafito que aseguran el mismo grosor de la capa absorbente y densidades constantes de energía. Como podemos ver en la figura, utilizamos dos tipos diferentes de papeles de grafito (viejo y nuevo) y logramos una mejor amplificación con papel de grafito viejo que con uno nuevo. El uso de papel de grafito es una opción promisoria respecto de los otros productos basados en grafito para analizar materiales transparentes por LIBS.

M2308 **Amplificación de intensidad de Espectroscopia de Rompimiento Inducido por Láser (LIBS) incrementando la absorción del objetivo** *Isaac Edmundo López Calderón* (edurim24@ciencias.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México, México; Mayo Villagrán Muniz(mayo.villagran@icat.unam.mx), Universidad Nacional de La Plata, La Plata, Argentina; Citlali Sánchez Aké(citlali.sanchez@icat.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México, México; Osmary Depablos Rivera(osmary.depablos@icat.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México, México; María Beatriz De La Mora Mojica(betarina@gmail.com), Instituto de Investigación en Materiales; Tupak García Fernández(tupak.garcia@gmail.com), Universidad de La Habana, Cuba; *Expositor.*

Hay diversas técnicas para producir amplificación de intensidad de Espectroscopia de Rompimiento Inducido por Láser (LIBS), algunas más sencillas que otras, pero particularmente el uso de materiales que aumentan la absorción de la luz ha demostrado su eficiencia. Ligado a este tema, una amplificación LIBS significativa fue obtenida por la deposición de nanopartículas (NPs) en la superficie de la muestra en cuestión [1-3]. Nuestro objetivo para incrementar la absorción de la radiación incidente a muestras metálicas es agregando líquidos absorbentes. A diferencia de trabajar con muestras que son total o parcialmente transparentes, tales como vidrio cubierto con oro, los metales reflejan parte de la energía incidente de los pulsos láser y nada es transmitido.

Se midió la emisión LIBS de diferentes superficies de aluminio (Al) encontrando tres variables experimentales significativas que afectan los resultados: el tamaño de la gota, la rugosidad de la superficie y la absorbancia de la superficie. La rugosidad de las muestras fue estudiada por diferentes tratamientos de raspado con un perfilómetro óptico encontrando la mejor rugosidad por uniformidad media. El tamaño de la gota fue variado usando diferentes volúmenes desde 5µl a 20 µl; la geometría de la gota igual fue analizada. Para analizar la absorbancia del líquido en las gotas se utilizó Rodamina 6G debido a su alto espectro de absorción en el rango de 500nm. Siendo esta longitud de onda idónea para el uso del láser en el 2do armónico (532nm).

Obtuvimos el triple de amplificación de la intensidad LIBS usando gotas de Rodamina 6G en comparación a irradiar el Al solo. Las condiciones para alcanzar esta amplificación serán descritas junto con el comportamiento de la gota a microescala y los resultados usando diferentes líquidos.

Referencias [1] A. De Giacomo, M. Del'Aglio, R. Gaudiuso, C. Koral, G. Valenza, Perspective on the use of nanoparticles to improve LIBS analytical performance: nanoparticle enhanced laser induced breakdown spectroscopy (NELIBS), J. Anal. At. Spectrom. 31 (2016) 1566–1573. dx.doi.org/10.1021/ac4016165 [2] C. Koral, M. Dell'Aglio, R. Gaudiuso, R. Alrifai, M. Torelli, A. De Giacomo, Nanoparticle-enhanced laser induced breakdown spectroscopy for the noninvasive analysis of transparent samples and gemstones, Talanta 182 (2018) 253–258. https://doi.org/10.1016/j.talanta.2018.02.001 [3] C. Sánchez-Aké, T. García Fernández, J. L. Benítez, M. B. de la Mora, M. Villagrán-Muniz, Intensity enhancement of LIBS of glass by using Au thin films and nanoparticles, Spectrochimica. Acta Part B 146 (2018) 77-83. https://doi.org/10.1016/j.sab.2018.05.007

M2387 **Diseño y simulación de una cámara de Townsend para el estudio de las propiedades de transporte electrónico en gases de baja presión de vapor** *Alfonso Telles Zeferino* (alfonsot@icf.unam.mx), Universidad Autónoma del Estado de Morelos; Guillermo Bustos Maya(gbustos@icf.unam.mx), Universidad Autónoma del Estado de Morelos; Víctor Manuel Zezatti Flores(zezatti@uaem.mx), Universidad Autónoma del Estado de Morelos; Armando Bustos(bustos@icf.unam.mx), Universidad Autónoma del Estado de Morelos; Jaime De Urquijo Carmona(jdu@icf.unam.mx), Universidad de Manchester; Olmo González Magaña(olmogm@gmail.com), Universidad de Groningen; *Expositor.*

En el laboratorio de Plasmas de Baja Temperatura (PBT) del ICF-UNAM se estudian las propiedades de transporte de electrones e iones en el seno de un gas sometido a la influencia de un campo eléctrico externo. Dichos estudios que son de gran importancia en la modelación y entendimiento de plasmas atmosféricos, industriales y biológicos, y para la comprensión de los procesos físicos ocurrentes en las descargas eléctricas. Para medir las propiedades de transporte se utiliza la técnica pulsada de Townsend, basada en la medición de la corriente de desplazamiento de partículas cargadas (electrones o iones) moviéndose en el seno del gas bajo la acción de un campo eléctrico uniforme entre un capacitor de placas paralelas cuyos dos electrodos circulares, de 120 mm de diámetro, están separados entre sí por una distancia de 30 mm. El ánodo está conectado a una fuente de alto voltaje y el cátodo a un amplificador de transimpedencia, del cual se obtiene la señal de corriente a analizar. La cámara de Townsend utiliza un pulso láser en el régimen del UV para liberar fotoelectrones desde el cátodo. La separación de 30 mm entre los electrodos del capacitor no permite el uso de gases de baja presión de vapor debido a que a estas bajas presiones el voltaje de operación de la cámara es muy pequeño (menor a 100 V), corriéndose el peligro de que el campo creado por la carga espacial sea compatible con el externo, lo que pervierte las mediciones. Una forma de resolver este problema es aumentando la separación entre los electrodos, permitiéndose así aumentar el voltaje aplicado; sin embargo, la relación entre el diámetro de los electrodos y la nueva distancia provoca que el campo eléctrico no sea uniforme, arruinando así el experimento. En este trabajo se presenta el diseño de una nueva cámara de Townsend pulsada para el estudio de las propiedades de transporte electrónico en gases de baja presión de vapor.

Se presentan las simulaciones de los campos eléctricos calculados con el programa SIMION, así como el diseño mecánico del sistema, que consta de un capacitor de placas paralelas formado por electrodos separados entre sí por una distancia de 280 mm, y de un sistema de anillos metálicos de guarda que estabilizan el campo eléctrico. La separación entre los anillos es de 2 mm y el voltaje aplicado entre ellos disminuye gradualmente a intervalos constantes con la ayuda de un divisor de voltaje. En esta configuración el campo eléctrico tiene una variación máxima del 1Como resultado de este trabajo el laboratorio de PBT del ICF-UNAM cuenta ahora con un diseño funcional para la construcción de la cámara Townsend que permitirá estudiar las propiedades de gases de interés biológico como THF ($C_4H_8O$) Y THFa ($C_6H_{10}O_2$). Los autores agradecen el apoyo de los proyectos PAPIIT-UNAM IA 104520, PAPIME PE 108518 y PAPIIT-UNAM IN 118520. Agradecemos el apoyo técnico de H Hinojosa.

M2802 **Influencia de una isla magnética radialmente asimétrica sobre los perfiles del plasma con curvatura magnética** *María Stefany Cancino Escobar* (maria.cancino@correo.nucleares.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México; Julio Javier Martinell Benito(martinel@nucleares.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

El proceso de reconexión magnética en plasma de fusión nuclear es de gran relevancia en el confinamiento magnético del plasma, ya que puede determinar si se mantienen, o no, las condiciones para tener reacciones autosostenidas de fusión. En particular, el proceso de reconexión producido por la inestabilidad de modos de desgarre da como resultado a las llamadas islas magnéticas.

Las islas magnéticas son superficies de flujo magnético cerradas, delimitadas por una separatriz que la aísla. Permiten que calor y partículas fluyan rápidamente a lo largo de las líneas de campo desde una región interna a otra región externa del plasma, provocando pérdida de confinamiento. En general, las islas magnéticas no son simétricas, pueden tener cierto grado de asimetría en la dirección radial. Dicha asimetría afecta a la vez a la inestabilidad de los modos de desgarre, a través del perfil de temperatura en el plasma. Trabajos previos han estudiado la influencia de la asimetría de islas magnéticas sobre los perfiles de densidad y temperatura del plasma, pero se han encontrado discrepancias entre los diversos resultados sobre si realmente existe un efecto o no.

Por otro lado, estudios previos han mostrado que la curvatura del campo magnético también tiene influencia sobre la inestabilidad de modos de desgarre, modificando el ancho de la isla magnética a través de la ecuación de Rutherford. La curvatura ejerce una especie de fuerza centrífuga que puede estabilizar o desestabilizar, dependiendo de a dónde apunte la curvatura promedio.

El presente trabajo estudia la dinámica de las islas magnéticas radialmente asimétricas tomando en cuenta efectos de curvatura del campo magnético de un aparato toroidal; complementando la discusión existente sobre la influencia de estos efectos en los perfiles de los parámetros como densidad y temperatura del plasma.

***Física de Radiaciones***
***Línea (online)***

M2940 **UV thermal modulation of the refractive index of c-GaN prepared by MBE** *Blanca Estela Zendejas Leal* (blanca@fis.cinvestav.mx), Departamento de Física del CINVESTAV-IPN; Yenny Lucero Casallas Moreno(Yeny@gmail.com), CONACYT-UPIITA. IPN; Cristo Manuel Yee Rendón(cristo.m.yee@gmail.com), Universidad Autónoma de Sinaloa; Guillermo Iván González Pedreros(igpedreros@fis.cinvestav.mx), Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá, Colombia; Jaime Santoyo Salazar(jsantoyo@fis.cinvestav.mx), Departamento de Física del CINVESTAV-IPN; Jorge Ricardo Aguilar Hernández(jrah64@yahoo.com.mx), Escuela Superior de Física y Matemáticas del IPN; Carlos Vázquez López(cvlopez@fis.cinvestav.mx), Departamento de Física del CINVESTAV-IPN; Salvador Gallardo Hernández(sgallardo@fis.cinvestav.mx), Departamento de Física del CINVESTAV-IPN; Jorge Huerta Ruelas(jahrmex@hotmail.com), CICATA-IPN, Unidad Querétaro; Máximo López López(mlopez@fis.cinvestav.mx), Departamento de Física del CINVESTAV-IPN; *Expositor.*

Oscillations in the reflectance spectra at lower energies than that of the bandgap of cubic GaN (c-GaN) were observed . These oscillations have their origin in the multiple reflections between the c-GaN surface and the c-GaN / GaAs substrate interface. Thus, the reflectance shows interference in the spectral region in which c-GaN is transparent. The Fresnel equations were used to simulate the reflectance, using the sample thickness as fitting parameter. A modulating beam with a wavelength of 285 nm, 10 mW power, and chopped at 527 Hz was then employed to obtain Photoreflectance (PR) spectra. These PR spectra also show oscillatory behavior. It was found that the origin of this spectra is a thermo-optical effect, in which the sample is heated by the modulating beam, which in turn changes the refractive index. This change is an energy dependent function, which in this work was calculated to fit the experimental PR spectra.

M2531 **Simulación computacional de una cámara de ionización patron sometida a rayos Gamma de Co-60 utilizando algoritmos genéticos** *Suemi Rodríguez Romo(suemi@unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Oscar Ibañez Orozco(osibazco@hotmail.com), Universidad Nacional Autónoma de México; Fernando Patlán Cardoso* (patlan@unam.mx),*

*Universidad Nacional Autónoma de México; Francisco Javier Vergara Martínez(franciscojavier.vergara@inin.gob.mx), Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares; René Pérez Moroyoqui(moroyoqui100@hotmail.com), Universidad Nacional Autónoma de México; Sugeil Suárez Piña(sugeil82@hotmail.com), Universidad Nacional Autónoma de México; Nidia Mendoza Andrade(nid.mendoza.a@gmail.com), Universidad Nacional Autónoma de México; Karla Karina Sánchez Torres(Kkarinasanchez25@gmail.com), Universidad Juárez del Estado de Durango; Elpidio Cruz Castillo(ecruz.ec29@gmail.com), Universidad Nacional Autónoma de México; Jorge Ricardo Gersenowies Rosas(imegersenowies1984@gmail.com), Universidad Nacional Autónoma de México; Jaime Rodríguez Martínez(jaimerodriguezmartinez@yahoo.com.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

Para hacer cumplir las normas aplicables en el campo de la seguridad radiológica, es necesario el uso de instrumentos que nos permitan cuantificar las dosis de radiación que los usuarios reciben. Estos instrumentos son conocidos como los instrumentos patron; instrumentos cuya medición esta referida a patrones de referencia calibrados en laboratorios primarios de calibración dosimétrica. Estos instrumentos a su vez son el soporte de los laboratorios secundarios de calibración dosimétrica, que son los que tienen el contacto directo con el usuario final. Uno de estos instrumentos lo constituye la cámara de ionización. Debido a los constantes retos y la creciente demanda de servicios que estas instalaciones tienen a nivel mundial, es necesario buscar técnicas y procedimientos que nos permitan optimizar los recursos con los que se cuentan, de tal manera que se ofrezcan el mayor número de servicios con un estándar de calidad elevado. Por tal motivo se han precisado de las simulaciones computacionales de los métodos y procedimientos para poder hacer esta optimización. En este trabajo se presenta un modelo computacional de una cámara de ionización patron que nos permite simular magnitudes dosimétricas tales como la carga de ionización, la dosis absorbida, la dosis equivalente, la exposición y el Kerma en el aire, utilizando algoritmos genéticos. Este modelo es aplicable para la sala de irradiación Gamma del Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares de México, aunque cumple para cualquier instalación en la que se manejen rayos Gamma y el instrumento patron sea una cámara de ionización.

M2845 **Electro-optic effect in the photoreflectance spectra of cubic GaN prepared by MBE** *Blanca Estela Zendejas Leal*(bzendejas@cinvestav.mx), Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, Instituto Politécnico Nacional; Yenny Lucero Casallas Moreno(bzendejas@cinvestav.mx), Unidad Profesional Interdisciplinaria en Ingeniería y Tecnologías Avanzadas, Instituto Politécnico Nacional; Cristo Manuel Yee Rendón(bzendejas@cinvestav.mx), Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas. Universidad Autónoma de Sinaloa; Guillermo Iván González Pedreros(bzendejas@cinvestav.mx), Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Facultad de Ciencias y Educación; Jaime Santoyo Salazar(bzendejas@cinvestav.mx), Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, Instituto Politécnico Nacional; Jorge Ricardo Aguilar Hernández(bzendejas@cinvestav.mx), Escuela Superior de Física y Matemáticas. Instituto Politécnico Nacional; Carlos Vázquez López(bzendejas@cinvestav.mx), Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, Instituto Politécnico Nacional; Salvador Gallardo Hernández(bzendejas@cinvestav.mx), Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, Instituto Politécnico Nacional; Jorge Huerta Ruelas(bzendejas@cinvestav.mx), Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada, Instituto Politécnico Nacional; Máximo López López(mlopezl@cinvestav.mx), Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, Instituto Politécnico Nacional; *Expositor.*

Optical oscillations in the reflectivity spectra at lower energies than that of the bandgap of cubic GaN were observed . These oscillations have their origin in the multiple reflections between the GaN surface and the GaN / substrate interface. Thus, the reflectance shows interference in the spectral region, in which GaN is transparent. The Fresnel equations were used to simulate the reflectance, using the sample thickness as fitting parameter. A modulating beam with $\lambda = 285$ nm was employed to obtain Photoreflectance spectra. These spectra also show oscillatory behavior. The origin of this spectra is a thermo-optical effect, in which the sample is heated by the modulating beam, which in turn changes the refraction index of the semiconductor by an amount of $6.4 \times 10^{-7}$. This is detectable using Lock-in amplifier techniques.

M1950 **Simulación de un detector de placas resistivas multigap con FairRoot** *Arturo Fernández Téllez(afernand@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Mario Iván Martínez Hernández(mim@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Héctor David Regules Medel* (regules.medel.hector.david@cern.ch), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Mario Rodríguez Cahuantzi(mario.rodriguez.cahuantzi@cern.ch), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Guillermo Tejeda Muñoz(gtejeda@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*

Las cámaras de placas resistivas (RPC, por sus silgas en inglés) son detectores gaseosos construidos a partir de capas de materiales con alta resistencia que se encuentran en el rango de $10^7$ y $10^12$ $\Omega$cm, con una separación entre cada capa (gap) de 1 mm. En las placas superior e inferior, se encuentran los electrodos del detector en donde se aplica un alto voltaje. Estos detectores son usados ampliamente en los experimentos de física de partículas y física médica. En el presente trabajo se

muestra la simulación de un RPC de vidrio con área efectiva de detección de 20 x 20 cm. La simulación se hizo con FairRoot, el cual es un software orientado a la simulación, reconstrucción y análisis. FairRoot permite a los usuarios diseñar y/o construir sus propios detectores y hacer las tareas de análisis de forma sencilla, también permite algunas funciones generales como es la visualización de las trayectorias. Los detalles de los materiales utilizados, geometría y diseño del detector para realizar la simulación, son discutidos aquí. Finalmente se presenta la comparación de los resultados obtenidos en la simulación y los datos obtenidos con un RPC real.

***Física Médica***
***Línea (online)***

M1898 **Análisis volumétrico cerebral mediante fMRI a pacientes con esquizofrenia** *Francisco Polito Haro* (galfox83@hotmail.com), Benémerita Universidad Autónoma de Puebla; Benito De Celis Alonso(galfox83@hotmail.com), Benémerita Universidad Autónoma de Puebla; Javier Miguel Hernández López(galfox83@hotmail.com), Benémerita Universidad Autónoma de Puebla; Mario Iván Martínez Hernández(galfox83@hotmail.com), Benémerita Universidad Autónoma de Puebla; Eduardo Barragán Pérez(galfox83@hotmail.com), Hospital Infantil de México, Federico Gómez; Pilar Dies Suarez(galfox83@hotmail.com), Hospital Infantil de México, Federico Gómez; Silvia Hidalgo Tobon(galfox83@hotmail.com), Hospital Infantil de Mexico, Federeico Gomez; Ramon Arturo Kobashi Margain(galfox83@hotmail.com), Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía Manuel Velazco Suárez; *Expositor.*
Una de las técnicas de imagen médica más importantes para el estudio de la esquizofrenia es la resonancia magnética. Esta permite la obtención de datos variados desde anatomía a volumen de ciertas regiones, así como funcionalidad y conectividad entre áreas cerebrales. En el presente trabajo se obtuvieron imágenes anatómicas y funcionales con resonancia magnética de 33 pacientes. Once controles, once pacientes con esquizofrenia y once con esquizofrenia y además trastorno obsesivo compulsivo (TOC). Se analizaron los volúmenes de áreas cerebrales que se sabe son afectadas por estas enfermedades (i.e. Tálamo, Ganglio Basal, etc.). Se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos en todas ellas.

M1893 **Análisis de cambios en los estados de reposo de RM para una población infantil. Correlaciones con: IMC, depresión y pruebas de coeficiente intelectual** *María Isabel Antonio De La Rosa* (219470024@alumnos.fcfm.buap.mx), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Benito De Celis Alonso(bdca@fcfm.buap.mx), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Mario Iván Martínez Hernández(mim@fcfm.buap.mx), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Eduardo Moreno Barbosa(emoreno@fcfm.buap.mx), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*
México tiene una de las mayores tasas de obesidad infantil en el mundo. Se ha sugerido que la obesidad produce neuro-inflamación lo que podría inducir déficits cognitivos. Sin embargo, los mecanismos por los cuales se producen estos efectos son desconocidos. Este trabajo pretende identificar si el sobrepeso y/o la obesidad se asocian de alguna forma con la conectividad y anatomía cerebral en niños de edad escolar. Esto se hará a través del estudio y análisis de imágenes por Resonancia Magnética de tres grupos de niños con distinto grado de obesidad (normo peso, sobrepeso y obesos). La física radica en que se desarrollarán distintos análisis estadísticos de correlación (multivariadas, redes neuronales, IA, etc.), para relacionar las distintas variables del estudio con los cambios en la conectividad entre las regiones del cerebro (IRMf) y su estructura (DTI).

M1897 **caracterización de propiedades termoluminiscente del BaA1203 para aplicaciones medicas** *Montserrat Nevai Coyotl Ojeda* (hnevaih@gmail.com), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Benito De Celis Alonso(bdca_buap@yahoo.com.mx), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Rodolfo Martín Palomino Merino(palomino@fcfm.buap.mx), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Epifanio Cruz(ecruz@nucleares.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares de la Universidad Nacional Autónoma de México; Eduardo Moreno Barbosa(emoreno@fcfm.buap.mx), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*
El desarrollo de materiales capaces de detectar y cuantificar la radiación incidente es básico para construir equipos de protección radiológica y/o diagnóstico médico. Aquí presentamos la caracterización de las propiedades físicas del BaAl203. Este material contiene un 50% de Ba y 50% de Al203. Se desarrollaron dos variantes una sin dopar y la otra dopada con Ce. Se presentan resultados preliminares del estudio de las propiedades termoluminiscentes de ambas versiones. Se realizará una comparación de sus emisiones y su eficiencia, tras ser sometido a radiación ionizante a distintos rangos de energía (i.e. KeV, MeV). Este material se pretende usar en aplicaciones médicas de protección radiológica de personal ocupacionalmente expuesto (POE) a la radiación.

M1908 **Cálculo del potencial energético de redes de regulación celular por métodos Monte**

**Carlo** *Natalia López Paleta* (nlpaleta23@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Jorge Velázquez Castro(jorge.velazquezcastro@correo.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Eduardo Moreno Barbosa(emoreno@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*

Las enfermedades crónico degenerativas son responsables del 63% de las muertes en todo el mundo y representan altos costos en la economía de un país, especialmente en aquellos países en vías de desarrollo. Hasta hace algunos años, se creía que bastaba conocer las unidades básicas que determinan el funcionamiento de las células vivas, llamadas genes, para prevenir y tratar este tipo de enfermedades. Sin embargo, ahora se sabe que los factores ambientales, fisiológicos y conductuales también influyen de manera importante en la aparición de las ENT(enfermedades no transmisibles). Es por este motivo que se ha vuelto indispensable el entender la relación entre los factores de riesgo, los rasgos genéticos de un individuo y la aparición y progresión de una enfermedad para la generación de mejores tratamientos. La Biología Sistémica estudia esas relaciones desde el punto de vista de los Sistemas Dinámicos, es decir, modelando a la célula, el tejido o, incluso, el individuo como un sistema complejo que evoluciona en el tiempo. Al analizar la evolución temporal de este tipo de sistemas, se podría predecir el conjunto de factores que pueden llevar al sistema a un estado de enfermedad o de salud. El paisaje epigenético es un concepto sumamente útil para el análisis de este tipo de sistemas, y tiene las propiedades de un potencial energético. En este trabajo se diseñará y entrenará una red neuronal artificial que represente el paisaje epigenético de un sistema mínimo biestable. Para ello, se resolverá la ecuación de Fokker- Planck asociada al sistema por medio de un método Monte Carlo. Posteriormente, se entrenará la red neuronal con los datos generados de la integración de la ecuación Fokker-Planck.

M1920 **Estudios de la resolución solución temporal en Geant4 como función de las dimensiones del centellador y del porcentaje de reflexión** *Andrés Alfonso Saavedra Romero* (crestodrek@gmail.com), Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Cristian Heber Zepeda Fernández(hzepeda@fcfm.buap.mx), CONACYT, Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Guillermo Tejeda Muñoz(gtejeda@fcfm.buap.mx), Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Benito De Celis Alonso(bdca@fcfm.buap.mx), Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*

El campo de la medicina nuclear emplea la radiación para la detección, diagnóstico y tratamiento de padecimientos que afectan directamente a los órganos de un paciente. La radiación detectada proviene de una cierta cantidad de un radiofármaco administrado al paciente, sin embargo, se sabe que una exposición constante a una determinada dosis de radiación puede resultar perjudicial para el cuerpo del paciente. Es por ello que se precisa tener una sistema de detección con un alto nivel de eficiencia para que el estudio genere la mayor cantidad de datos posibles sin la necesidad de repetirlo, para poder considerar un sistema como eficiente se requiere que este tenga una resolución temporal baja, esta cantidad permitirá la adquisición de mayor cantidad de eventos en un tiempo menor, invitando a la búsqueda de un radiofármaco con menor tiempo de vida, para provocar menor daño al paciente. En este trabajo se estudia la resolución temporal de un cristal centelleador de oxiortosilicato de lutecio con itrio (LYSO, por sus siglas en inglés), normalmente utilizado para la detección de rayos gamma (0.511 MeV), para su implementación en un PET. Se presentan los resultados de la resolución temporal mediante simulaciones realizadas en Geant4 en las que se varía el tamaño del centelleador y el porcentaje de reflexión.

Palabras clave: Cristal centellador, Detector, Resolución temporal, Porcentaje de Reflexión.

M1944 **Red de Hopfield finita para modelar el proceso de oxigenación de la hemoglobina** *Juan Miguel Castellanos Jaramillo(jmiguelcj@gmail.com), Universidad de Sonora; Miguel Ernesto Medina León* (mediina.leon@gmail.com), Universidad de Sonora; Claudeth Clarissa Hernández Álvarez(claudeth.clarissa@gmail.com), Universidad de Sonora; Adalberto Corella Madueño(adalberto.corella@unison.mx), Universidad de Sonora; *Expositor.*

Se utiliza una red neuronal de Hopfield para modelar el proceso de oxigenación de la hemoglobina ($Hb$). El modelo aprovecha la analogía que existe entre ferromagnetismo, redes de Hopfield y sitios activos de la $Hb$ que capturan $O_2$. Se obtienen gráficas de la fracción de oxígeno en la $Hb$ respecto a la presión parcial de $O_2$. Se comparan satisfactoriamente los resultados con la curva de oxigenación que se utiliza en la investigación científica y en la práctica médica. Se ajusta una curva de Hill y se obtienen el índice de Hill y la constante de equilibrio. En lugar de trabajar en el régimen de personas adultas se estudia la región de parámetros típicos de la $Hb$ de niños y de fetos.

M2060 **DETERMINACIÓN DE DOSIS DISPERSA EN TOMOTERAPIA CON RESPECTO A RADIOTERAPIA DE ARCO DE INTENSIDAD MODULADA, PARA EVALUACIÓN DE TRATAMIENTO DE MEDULOBLASTOMA.** *Wilson López Martínez* (wilo1512@hotmail.com), Universidad Autónoma del Estado de México; Límbano Iván López Coello(vancoello@gmail.com), Cyber Robotics; Luis Carlos Mora Garzón(luisk7@hotmail.com), Centro*

*Médico Siglo XXI; Eleni Mitsoura(meleni@uaemex.mx), Universidad Autónoma del Estado de Mexico; *Expositor.*
En este trabajo se evaluará la cantidad de dosis dispersa generada en los tratamientos de radioterapia de arco para el tratamiento de meduloblastoma. Esta evaluación se realizará en los sistemas tomotherapy y terapia de arco de intensidad modulada (VMAT -RapidArc). Se utilizará un maniquí tipo Alderson y de agua, dosimetría OSL (Optically Stimulated Luminescence), matrices dosimétricas para control de calidad de las planificaciones y RTPS (Radiotherapy Treatment Planning Software). La caracterización del tratamiento tendrá parametros similares para la planificacion en cada sistema (tiempo de tratamiento, cantidad de unidades monitoras, energía de 6 MV e índice de conformación). La dosis dispersa en un tratamiento de radioterapia se compone de la radiación secundaria por interacción de los fotones con la materia blanco y de la radiación de fuga proveniente de los componentes del LINAC por lo que es importante determinar cual de los sistemas de arco conforman de mejor manera la dosis y cual de los sistemas genera menos dosis dispersa a tejido que no esta involucrado en el tratamiento.

M2941 **Espectro de fondo de cristales centelladores de LYSO de distintas dimensiones** *Dalia Yvette Domínguez Jiménez* (1208dalia@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Héctor Alva Sánchez(halva@fisica.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; Mercedes Rodríguez Villafuerte(mercedes@fisica.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; Arnulfo Martínez Dávalos(arnulfo@fisica.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*
El oxiortosilicato de lutecio con itrio (LYSO) es el cristal centellador más utilizado actualmente en los equipos de imagen de medicina nuclear molecular por emisión de positrones. Los sistemas comerciales y prototipos en desarrollo utilizan geometrías y dimensiones diferentes de estos cristales. Este material presenta un espectro de fondo debido a la radiación intrínseca ya que contienen Lu-176, el cual decae por beta menos a estados excitados del Hf-176 emitiendo rayos gamma de 88, 202 y 307 keV. Si bien el espectro de fondo ya ha sido estudiado para algunos tamaños del centellador, en este trabajo se calculan las probabilidades de escape de los rayos gamma, y con ello los espectros de fondo, para prismas de base cuadrada de longitudes de 1 a 60 mm y grosores de 1 a 20 mm, cubriendo un intervalo de tamaños comúnmente utilizados en los detectores de equipos modernos. Las probabilidades se obtuvieron con simulaciones Monte Carlo utilizando el código PENELOPE, y los espectros se obtuvieron mediante un modelo analítico desarrollado previamente por nuestro grupo. Los resultados de este trabajo pueden ser utilizados para la calibración y la obtención de la resolución en energía de detectores que utilicen el centellador de LYSO en sus detectores.

M1892 **Cálculos de dimensión fractal de tejidos sanos de distintas densidades, tumores malignos y tumores benignos en mamografía.** *Jenifer Dorantes Garcia* (jeniferdorantes88@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Benito De Celis Alonso(bdca@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Eduardo Moreno Barbosa(emoreno@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Cristian Heber Zepeda Fernández(hzepeda@fis.cinvestav.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*
Una importante consideración en la evaluación de la probabilidad de contraer cáncer de mama es la densidad mamaria. Si se sospecha de una masa mamaria, se pueden aplicar distintos métodos de análisis (i.e. dimensión fractal), para intentar predecir qué tipo de tumor se puede desarrollar. En este trabajo se lleva a cabo una investigación usando imágenes mamográficas. Utilizando la Entropía Local de Shannon, se pretende caracterizar la dimensión fractal de: tumores benignos y malignos, así como tejidos sanos de distintas densidades. Se pretende cuantificar y monitorear el cambio en entropía del tejido sano de distintas densidades a tejido tumoral de todo tipo.

M2074 **Diseño y construcción de plataforma traslacional 2D a escala para tratamiento de micosis fungoide en radioterapia.** *Steven Orlando Rodriguez Cubillos* (steveno.rodriguezc@ecci.edu.co), Universidad ECCI; Liliana Aranda Lara(larandal@uaemex.mx), Universidad Autónoma del Estado de México; *Expositor.*
El presente documento tiene como finalidad presentar la manera cómo se va a realizar y evaluar la caracterización dosimétrica del método traslacional para el tratamiento de cáncer Micosis Fungoide con irradiación total de electrones de cuerpo completo (TSET) con electrones de alta energía de 6MeV. El acelerador lineal Varian vitalbeam será el usado para realizar la dosimetría en la superficie de un maniquí antropomórfico en el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMMS) con dosímetros OSL, se tendrán en cuenta parámetros como las condiciones geométricas del haz, fraccionamiento de dosis, alineación del paciente, seguimiento tecnológico para la mesa de tratamiento, debido a que será movida sobre el eje Y a una velocidad proporcional a la tasa de dosis a través de una haz de electrones fijo a una SSD de 100 cm, así como la dosis absorbida y la tasa de dosis.

M2103 **ESTUDIO DE LA CAPACIDAD MENTAL CON NEUROFEEDBACK MEDIANTE LA DIADEMA EPOC DE EMOTIV** *Guillermo L. De J. Raya Alvarez* (is17111262@es.itesi.edu.mx), Tecnológico Nacional de México/ ITES de Irapuato, Ing. Mecatrónica; Santiago Camacho López(camachol@

*cicese.mx), Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California, Depto. de Óptica; Horacio Rostro González(hrostrog@ugto.mx), Universidad de Guanajuato, DICIS, Ing. Electrónica; Miroslava Cano Lara(miroslava.cano@itesi.edu.mx), Tecnológico Nacional de México/ ITES de Irapuato, Ing. Mecatrónica; *Expositor.*

La tecnología para tratar enfermedades mentales como son la ansiedad, estrés, hiperactividad entre otras, nos ha llevado a usar nuevas alternativas para tratar este tipo de anomalías cerebrales. El neurofeedback es un procedimiento que se basa en el mapeo cerebral que puede ser empleado en actividades cotidianas como concentración, aprender, socializar, controlar el estrés, controlar nuestros estados de ánimo, entre otros. Para lograr que esto ocurra nuestro cerebro debe tener una cierta sincronía que en dado caso de tener una enfermedad psicológica/mental se debe tratar. El neurofeedback necesita un dispositivo con el cual se puedan obtener las señales cerebrales, de manera no invasiva para esto se utiliza las señales EEG (electroencefalograficas) mediante el software de interacción BCI Xavier Control Panel de la diadema EPOC de emotiv con 14 electrodos distribuidos de manera estratégica sobre los lóbulos cerebrales. Las señales adquiridas en un paciente apoyan el monitoreo de una cierta actividad al estar concentrado o al perder la misma. Si el paciente se desconcentra se pierde la fluidez del estimulador, es decir no fluye la respuesta que se podra observar en el ordenador. El estudio de neurofeedback apoya con el entendimiento del comportamiento de las señales neuronales para monitorear y controlar diversos estados emocionales en un paciente.

M2259 **Prototipo de respirador artificial controlado y monitoreado por una plataforma IoT** *Fabián García Vázquez* (fabiann_gv@hotmail.com), Posgrado en ingeniería y tecnología aplicada, Unidad Académica de Ingeniería, Universidad Autónoma de Zacatecas; Ma. Del Rosario Martínez Blanco(mrosariomb@yahoo.com.mx), Universidad Autónoma De Zacatecas; Héctor Alonso Guerrero Osuna(hectorguerreroo@uaz.edu.mx), Posgrado en ingeniería y tecnología aplicada, Unidad Académica de Ingeniería, Universidad Autónoma de Zacatecas; Juan Carlos Martínez Orozco(jcmartinez@uaz.edu.mx), Universidad Autónoma De Zacatecas; Antonio Del Río De Santiago(adelrio22@gmail.com), Universidad Autónoma De Zacatecas; *Expositor.*

La pandemia del coronavirus provoco un cambio radical en la vida de todos, el número de infectados cada día aumenta más y en algunos hospitales de México no se cuenta con respiradores artificiales para tratar esta enfermedad, ya que son aparatos con un costo elevado. En este trabajo se presenta una alternativa de respirador artificial controlado y monitoreado por una plataforma IoT (internet de las cosas) con cuatro modos determinados, niño, adolescente, adulto y una configuración manual que varía los parámetros físicos; presión, frecuencia y volumen, a través de una estructura y sistema electrónico, con motores a pasos que interactúan con un Ambu médico, modificando el nivel de oxígeno que se le puede suministrar a un paciente."

Palabras Claves- Internet de las cosas (IoT), Respirador artificial, ventilador mecánico, bioingeniería.

M2447 **Uso de Redes neuronales artificiales para clasificar parámetros de epidemias** *Martha Angélica Lemus Solorio* (marthalemsol@gmail.com), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Aracely Velázquez Calderón(aravc160798@gmail.com), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; José Antonio González Cervera(gonzalez@ifm.umich.mx), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.*

Para tener un adecuado control de las epidemias, es necesario determinar la velocidad de propagación de la enfermedad así como el tiempo de recuperación promedio de los pacientes. En este trabajo realizamos muchas simulaciones cambiando el nivel de transmisión de un virus usando el programa multi-agente NetLogo. Posteriormente, implementamos una red neuronal artificial que puede ser entrenada con las simulaciones de NetLogo y nos permite clasificar los parámetros que representan que tan infecciosa es la enfermedad, la duración de recuperación de las personas infectadas y la probabilidad de recuperación.

M2286 **Analizador de imagenes con resolución de hasta 4k para aplicaciones biomédicas** *Fátima Judith Acosta Gómez(fatima.acosta7440@alumnos.udg.mx), CUCEI-Universidad de Guadalajara; Humberto Romero Limón* (humberto.romero4163@alumnos.udg.mx), CUCEI-Universidad de Guadalajara; Fernando Retamoza Vega(fernando.retamoza@alumnos.udg.mx), CUCEI-Universidad de Guadalajara; Fernanda Villanueva Gudiño(fer.vill.g@gmail.com), CUCEI-Universidad de Guadalajara; Marco Antonio Gamiño Sanchez(marco.gamino5028@alumnos.udg.mx), CUCEI-Universidad de Guadalajara; Mario Alberto García Ramírez(seario@gmail.com), CUCEI-Universidad de Guadalajara; *Expositor.*

El análisis de imágenes por humanos requiere de bastante tiempo y en un gran porcentaje de los casos, éste puede llegar a ser inexacto, es por esta razón que presentamos un analizador de imágenes capaz de separarlas de acuerdo con sus canales, ésto para resaltar el área de interés tomando como base el tono, saturación y valor en imágenes de formato JPG, EPS, PDF y PNG, con una resolución de hasta 4k. Para el desarrollo d este software se pensó en que al analizar la imagen, éste debería proveer relevantes sobre las áreas de interés con un nivel de precisión alto. Dicha característica se obtuvo al generar una máscara que aumenta el contraste y favorece la distinción entre regiones a nivel de píxeles. Aunado a ésto, se están integrando una serie de librerías enfocadas

principalmente al área de medicina, ciencias forenses, ciencias bio-médicas, física, química, astronomía así como para aplicaciones industriales en el área de control de calidad a través de machine learning e inteligencia artificial, tomando como base la industria 4.0.

M2333 **Análisis del proceso neurodegenerativo de la enfermedad de Parkinson** *Rodrigo Isaac Rojas Jiménez* (rodrigoroji.97@gmail.com), UPIBI, Instituto Politécnico Nacional; Héctor Emilio González Cabrera(hector_emilio_gc@hotmail.com), UPIBI, Instituto Politécnico Nacional; Alejandro Muñoz Diosdado(amunozdiosdado@gmail.com), UPIBI, Instituto Politécnico Nacional; Moisés Rubio Osornio(ruomnd@yahoo.com.mx), Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía "Manuel Velasco Suárez"; Jesús Alberto Martínez Castro(macj@cic.ipn.mx), CIC Instituto Politécnico Nacional; *Expositor.*
La enfermedad de Parkinson (EP) es un desorden neurodegenerativo clínicamente caracterizado por temblores involuntarios en reposo, rigidez, bradicinesia e inestabilidad postural. A pesar de los avances en el entendimiento de los procesos neuroquímicos responsables de las alteraciones en EP, la causa inicial de muerte neuronal aún es desconocida. De acuerdo a Zecca (2004) y Jiang (2017), los radicales libres generados por depósitos anormales de hierro y depósitos de $\alpha$-sinucleína están directamente asociados con el daño neurodegenerativo (DN) característico de EP. Conforme a los resultados presentados por Sivarajini (2019), fue posible detectar cambios morfológicos al analizar por medio de una red neuronal convolucional (CNN) las imágenes de resonancia magnética nuclear (MRI) de pacientes con EP. Por lo que se utilizó un enfoque similar utilizando imágenes de tejidos neuronales de animales sometidos a condiciones de experimentación que recrearan el daño neurodegenerativo por medio del uso de nanopartículas de hierro Fe-$SiO_2$. El procesamiento de las imágenes se realizó utilizando las librerías de c++ y opencv, para el preprocesamiento (segmentación de imagen) se aprovechó la técnica histológica azul de prusia al utilizar únicamente el canal azul de la imagen RGB, se simplificó la imagen para continuar con el proceso de entrenamiento con la CNN. Se realizaron cortes histológicos de las áreas de interés (substancia negra) para obtener las imágenes digitales necesarias para el proceso de aprendizaje por parte de la red neuronal. Obteniendo un algoritmo capaz de identificar depósitos anormales de hierro en un proceso neurodegenerativo simulado.

M2488 **Poder de frenado de colisión para electrones de baja energía en LiF, CaF2, Al2O3 y H2O usando la aproximación completa de Penn** *Luis Rafael Castillo-Rico* (rafael94ollitsac@ciencias.unam.mx), Instituto de Fisica, UNAM; Miguel Angel Flores-Mancera(MAFlores@ciencias.unam.mx), Instituto de Fisica, UNAM; Guerda Massillon-Jl(massillon@fisica.unam.mx), Instituto de Fisica; *Expositor.*
Uno de los mayores desafíos en los campos modernos de radioterapia es la presencia de alto gradiente de dosis causada por la variación de las fluencias electrónicas de baja energía en la dirección lateral [1]. Además de eso, las secciones eficaces de electrones existentes estaban limitadas a 1 keV como energía mínima para muchos materiales. Recientemente, usando la aproximación completa de Penn relativista, hemos calculado secciones eficaces para electrones con energías tan bajas como el gap del material en tres dosímetros y agua líquida [2]. Para ello, hemos establecido limites de integración en energía y momento, así como la inclusión de interacciones de excitones. Hemos demostrado la importancia de los excitones en el proceso de interacción de electrones de bajas energías con la materia [2]. Este trabajo investiga el poder de frenado de electrones con energía desde 433 keV hasta el gap de cada material en agua líquida y en dosímetros de LiF, CaF2, Al2O3 generalmente utilizados para medir dosis absorbida en la clínica. Eso se hizo a partir de los resultados del estudio de las secciones eficaces. Los resultados son comparados con poder de frenado obtenido a través del modelo de Bethe.
Este proyecto es financiado por PAPIIT-UNAM-IN118120
[1]. G Massillon-JL 2010 Dosimetry in steep dose-rate gradient radiation fields: A challenge in clinical applications. AIP Conf. Proc. 1310 23–28 [2]. M A Flores-Mancera, J S Villarrubia and G Massillon-JL, Electron inelastic mean free paths for LiF, CaF2, Al2O3, and liquid water from 433 keV down to the energy gap, ACS Omega (2020) 5 4139-4147

M2448 **Simulaciones numéricas de propagación de epidemias** *Andrea Rosales Pulido(andreearosalees97@gmail.com), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Joana Cecilia Nieves Acosta* (jnievesacosta@gmail.com), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; José Antonio González Cervera(gonzalez@ifm.umich.mx), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.*
Conocer de manera precisa la manera en la que se propagan las epidemias es de vital importancia. Para ello, se usan modelos matemáticos descritos por ecuaciones diferenciales y los parámetros de dichos modelos se ajustan de acuerdo a las observaciones. En este trabajo resolvemos con métodos numéricos el modelo SIR de propagación de enfermedades y comparamos los resultados obtenidos con simulaciones que realizamos utilizando el programa multi-agente NetLogo. Esta comparación nos permite calibrar los parámetros del modelo SIR basados en las observaciones.

M2512 **Diseño de un Acelerador Médico Dirigido al Tratamiento de Cáncer de Mama** *Aldo Iván Botello Cano(aldo.olmo@hotmail.com), Tecnológico de Monterrey; Gerardo Guillermo Cantón(gerardo.*

*guillermo.canton@cern.ch), CERN; Iñaki Palestino Díaz(palestino.inaki@gmail.com), Tecnológico de Monterrey; Pedro Podesta(podesta.pedro@uas.edu.mx), Universidad Autónoma de Sinaloa; Rodrigo Ruz Cuen* (A01703007@itesm.mx), Tecnológico de Monterrey; Juan Pablo Ruz Cuen(A01702972@itesm.mx), Tecnológico de Monterrey; Cristhian Alfonso Valerio Lizárraga(cvalerio@uas.edu.mx), Universidad Autónoma de Sinaloa; Bruce Yee Rendon(b.yee.rendon@gmail.com), JAEA J-PARC Center; *Expositor.*

De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud, el cáncer de mama es el tipo más común entre mujeres y el más letal en México. El Instituto Mexicano del Seguro Social propone la radioterapia como el principal tratamiento por su efectividad en reducir el cáncer con efectos secundarios mínimos. Adicionalmente, en países desarrollados los tratamientos de cáncer con radioterapia son predominantes sobre la quimioterapia sin importar la etapa de cáncer. El trabajo presente propone el diseño de un acelerador lineal de electrones (eLINAC) dirigido al tratamiento del cáncer de mama.

M2519 **Mamografía digital. Comparación entre dos protocolos de control de calidad. Proyecto de tesis de licenciatura.** *Analyn Velasco Nieto* (analyn_84@hotmail.com), Facultad de Ciencias Universidad Nacional Autónoma de México; César Ruiz Trejo(cesar@fisica.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

En México existen varios programas de detección temprana de cáncer de mama basados en la realización de estudios de mamografía, sin embargo, los índices de mortalidad se han incrementado. Para la realización de estos estudios en 2016 se contaba aproximadamente con 1,474 unidades de mamografía pertenecientes a los sectores público, privado y social, de ellos aproximadamente 882 se encuentran en el sector salud y de éstos cerca de 794 son digitales, sin que se sepa cómo se desempeñan todos ellos. Existen dos normas oficiales mexicanas NOM-229-SSA1-2002 y NOM-041-SSA2-2011 que se ocupan de la vigilancia del funcionamiento de las unidades para mamografía, sin embargo, en ellas no se especifican las pruebas de control de calidad que deben aplicarse a los equipos que cuentan con receptores de imagen digitales, sean del tipo "computed radiography" (CR) que utilizan como detector placas fotoestimulables que se leen en un digitalizador CR o "digital radiography" (DR) cuyo detector consiste en una matriz activa de elementos detectores que constituyen un panel plano capaz de entregar una imagen digital. A nivel mundial existen diversos protocolos de control de calidad, entre ellos los publicados por la Federación Europea de Organizaciones de Física Médica (2015) y el Colegio Americano de Radiología (2016). El objetivo de este trabajo consiste en realizar las pruebas de control de calidad en mamografía propuestas en los dos protocolos mencionados. Los resultados de estas pruebas serán comparados y analizados con objeto de proponer un protocolo simple que pueda proponerse para su inserción en la normativa nacional relativa a mamografía digital. Se presenta la parte teórica de la comparación y algunos resultados preliminares, ya que el estudio no se ha podido concluir como consecuencia de la contingencia por COVID-19.

M2640 **Evaluación dosimétrica de la técnica de radioterapia de baja dosis (LD-RT), para el tratamiento de neumonía por SAR-Cov-2.** *Javier Zeferino Serrano* (j.zeferino8212@gmail.com), Intituto Politecnico Nacional; Celestino Cardona Melchor(tino_fm@yahoo.com.mx), Universidad Autonoma del Estado de Mexico; Luis Alfonso Olivares Jiménez(alfonso.cucei.udg@gmail.com), Universidad Nacional Autónoma de México; Jesus Abraham Vazquez Valdez(monky83mili@hotmail.com), Intituto Politecnico Nacional; Carlos Alejandro Bernal Hernandez(ryan_pib@hotmail.com), Universidad Autonoma Metropolitana; Rafael De La Huerta Sanchez(delahuertas@prodigy.net.mx), Universidad del ejercito y fuerza aerea; Ulises Mejia Gamboa(megu2020@hotmail.com), Universidad del Ejército y Fuerza Aérea; Guadalupe Napoleon García Martínez(dr_napoleon_gm@hotmail.com), Universidad del Ejército y Fuerza Aérea; Marylin Peréz Hernandéz(marypeh@gmail.com), Universidad del ejercito y fuerza aerea; Pablo Moo Chable(pablomoo@yahoo.com.mx), Universidad del Ejército y Fuerza Aérea; *Expositor.*

La radioterapia de baja dosis (LD-RT) actúa sobre las células que participan en la respuesta inflamatoria produciendo un efecto anti-inflamatorio. La neumonía por SARS-CoV-2 desarrolla a nivel pulmonar una respuesta inflamatoria sistémica con un síndrome de liberación de citoquinas principalmente IL-1, IL-6 y TNF-alfa. En la actualidad diversos estudios in vitro, experimentales in vivo y clínicos han demostrado la eficacia de LD-RT al reducir los parámetros inflamatorios clínicos con dosis que varían de 0.5 a 1.5 Gy, con un aumento en la expresión de citoquinas anti-inflamatorias como TGF-β1. La técnica de LD-RT propuesta por el servicio de radioterapia del Hospital Central Militar para el tratamiento de neumonía por SAR-Cov-2, consiste en la irradiación total del tejido pulmonar a una dosis única de radiación de 1.0 Gy, el objetivo de este trabajo de investigación es evaluar dosimétricamente esta técnica no convencional de tratamiento previo a la implementación clínica con la finalidad de garantizar la adecuada irradiación de los volúmenes blanco, la irradiación se realizó en un equipo de teleterapia de Cobalto-60 marca Theratronics, modelo T780C, con un maniquí antropomórfico Alderson RANDO el cual tiene densidad equivalente al tejido pulmonar, para la medición de dosis de radiación se utilizó un detector de película de tinte radio crómico(EBT3) distribuyendo los insertos de película en el interior del maniquí, así mismo se realizó el modelado y validación del equipo de Cobalto-60 en el sistema de planeación XIO versión 5.0, la técnica

de tratamiento utilizada para la puesta en marcha de este protocolo clínico fue una técnica isocentrica estándar de dos campos, un campo anterior y posterior, para la evaluación de la distribución de dosis en los volúmenes blanco se consideraron los parámetros dosimétricos como la dosis media, la dosis mínima (Dmin), la dosis máxima (Dmax) e índice de homogeneidad (IH) en los volúmenes blanco, comparando las mediciones obtenidas, con la dosis de prescripción y la dosis calculada por el sistema de planeación.

M2772 **Pupilómetro Basado en la Plataforma Raspberry Pi** *Ingrid Ameyalli Hernández Barrios* (ameyallihdz@hotmail.com), Universidad Autónoma de San Luis Potosí; Edgar Guevara(edgar.guevara@uaslp.mx), École Polytechnique de Montréal; Francisco Javier González(javier.gonzalez@uaslp.mx), University Of Central Florida; *Expositor.*
La medición del tamaño de la pupila y la reactividad en la evaluación pupilar es vital en un chequeo preliminar entre los pacientes hospitalarios y constituye una parte fundamental del examen neurológico. Esta medición se puede realizar de forma manual o automatizada. En una evaluación manual, existe una gran variabilidad entre los observadores al analizar los parámetros, debido a la influencia de una serie de factores como la variabilidad en la luz ambiental, la intensidad del estímulo de luz, la agudeza visual y la propia experiencia del observador. Por lo tanto, con los avances tecnológicos, se han desarrollado diferentes pupilómetros automatizados. En este proyecto, el objetivo principal es desarrollar un pupilómetro basado en la plataforma Raspberry Pi mediante el diseño del tablero de control de iluminación electrónico y la obtención de la imagen sincronizada con la cámara de NoIR Raspberry. Se pretende demostrar el funcionamiento óptimo del pupilómetro portátil y de bajo costo, encontrando la dependencia de la respuesta pupilar conforme la edad.

M1913 **Comparación de obesos con normopeso, vía el análisis del hipotálamo mediante redes neuronales.** *María Lucero Sánchez Ramírez* (luceritosr@gmail.com), FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICO MATEMÁTICA BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA; Javier Miguel Hernández López(javierh@fcfm.buap.mx), FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICO MATEMÁTICA BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA; Benito De Celis Alonso(bdca@fcfm.buap.mx), FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICO MATEMÁTICA BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA; Eduardo Moreno Barbosa(emoreno@fcfm.buap.mx), FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICO MATEMÁTICA BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA; *Expositor.*
Este proyecto de investigación se centra en el analisis de imágenes anatómicas segmentadas del hipotálamo de sujetos de prueba, ello con el fin de estudiar las diferencias entre personas con normopeso y personas con obesidad. El estudio se realizó mediante redes neuronales, de manera no clasificada. Se encontraron resultados preliminares interesantes, si bien no tanto en términos de resultados si en cuanto al uso de redes neuronales en la clasificación/diferenciación de aspectos de interés para imágenes MRI.

M1857 **Control aplicado al modelo matemático de Kuznetvo-Taylor para el crecimiento tumoral.** *Octavio Mendoza Gómez* (octavio.mendoza@alumno.buap.mx), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Beatriz Bonilla Capilla(beatriz.bonillac@correo.buap.mx), Catedrática de CONACYT Facultad de Ciencias Físico Matemáticas Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*
Un problema muy presente durante la aplicación de un tratamiento contra un tumor es la respuesta y evolución del mismo, no podemos conocer con exactitud un tiempo de aplicación adecuado para lograr una reducción deseada del tumor lo cual le permite seguir creciendo. En este trabajo utilizaremos el modelo matemático de Kuznetov-Taylor para observar la evolución de un tumor, este modelo matemático se utilizara por sus antecedentes experimentales donde se observo la evolución de un tumor mediante el método de crecimiento in vitro. Además en este trabajo deseamos implementar un control al crecimiento de estas poblaciones mediante el modelo matemático de tratamientos médicos.

M1884 **Clasificación de movimientos imaginarios con DL a partir de señales EEG** *Benito De Celis Alonso(bdca@fcfm.buap.mx), BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA; Javier Miguel Hernández López(javierh@fcfm.buap.mx), BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA; Eduardo Moreno Barbosa(emoreno@fcfm.buap.mx), BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA; Mario Iván Martínez Hernández(mim@fcfm.buap.mx), BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA; Ricardo Thaddeus Páez Amaro* (thaddeus.paez@gmail.com), BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA; *Expositor.*
La electroencefalografía (EEG) es una técnica no invasiva que permite detectar y medir la actividad eléctrica de poblaciones neurales a través de electrodos colocados en el cuero cabelludo. Hay varios tipos de estímulos que pueden ser observados con EEG. Uno de los más relevantes es la imaginación del movimiento de alguna extremidad, conocido como motor imagery (MI). Una interfaz cerebro-máquina (BMI por sus siglas en inglés) es un dispositivo que recibe como entrada señales cerebrales, como EEG, que traduce como instrucciones para controlar un sistema externo. La capacidad de clasificar, es decir

discriminar, con alta precisión entre alguna señal de MI contra cualquier otra actividad, y entre la imaginación de uno u otro movimiento es lo que determina la eficacia de una BMI. En este trabajo se implementan algoritmos de aprendizaje profundo (DL por sus siglas en inglés) para encontrar MI de lecturas EEG tomadas con la diadema EMOTIV EPOC+ y del dataset de Physionet. Se contrastan los resultados con arquitecturas 2D CNN reportadas en la literatura y se explora el uso de auto-encoders y RCNN

M1863 **Relación entre dimensión fractal y entropía para mamografías con microcalcificaciones y mamografías con tumores** *Minerva Guadalupe Vázquez Domínguez* (minervazquezdominguez@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Benito De Celis Alonso(bdca@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Cristian Heber Zepeda Fernández(hzepeda@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*
Realizamos estudios de imágenes de mamografías con microcalcificaciones (MC) y tumores (T). Dichos estudios consistieron en transformar las imágenes en mapas de densidades. Pudiendo distinguir las zonas de MC y T del resto de la imagen. Dichas zonas tienen el máximo valor en la escala de densidades. Al calcular la dimensión fractal (DF) y entropía (S) de dichas regiones pudimos tener una relación entre ellas, asociando un parámetro más para poder diferenciar MC y T con el resto de la mamografía. Finalmente, pudimos comparar los valores de DF entre mamografías con MC y T, resultando que dicho valor es mayor para MC que el valor de T, debido a que las mamografías con MC tiene mayor intensidad en la escala de densidades que las malograrías con T. Este estudio fue realizado para mamografías con diagnóstico, por lo cual puede ser aplicado a nuevas imágenes para la mejora de un diagnóstico en el cual "a ojo" no se puede determinar la ubicación de MC o T. Claramente, este trabajo no permite diferenciar de un T maligno o benigno.

M2170 **Modelo de propagación de epidemia mediante simulación de gas ideal y barreras de potencial.** *Jaime Vidal Hernández Hernández* (robotnomicon@gmail.com), Instituto Politénico Nacional; Omar Alfonso San Vicente Tapia(deadly_valhala@hotmail.com), Instituto Politécnico Nacional; Brenda Elizabeth Jiménez Ramos(bren10jr@hotmail.com), Instituto Politécnico Nacional; Iveth Solis Machorro(iveth.sm.09@gmail.com), Instituto Politénico Nacional; *Expositor.*
En la actualidad la pandemia asociada al COVID-19 está afectando al mundo de manera sin precedente en diversos ámbitos, como lo es la economía, y en consecuencia la calidad de vida. En pandemias anteriores no se podía tener un panorama a futuro de la situación, sin embargo, en la actualidad sacando provecho de la innovación matemática y tecnológica que poseemos, podemos tomar medidas estadísticas al conocer la evolución de esta pandemia a corto, mediano y largo plazo.
Comúnmente se emplea el modelo SIR o variantes de este para poder estudiar la propagación de epidemias. Sin embargo, nosotros proponemos un modelo basado en la física estadística. Nuestra idea se basa en relacionar variables dinámicas microscópicas, como la posición de las partículas, su velocidad, con la movilidad de los individuos que conforman nuestra sociedad y hacer una analogía de la interacción social con choques de partículas. Se han llevado a cabo una serie de simulaciones, que nos permiten estudiar la propagación de la enfermedad COVID-19 dentro de una cierta población bajo condiciones ideales a través de la caracterización de la distribución de velocidades y potenciales de interacción de las partículas simuladas; ya que la distribución de velocidades representa la movilidad urbana y las barreras de potencial el aislamiento social y medidas sanitarias para controlar o mitigar la enfermedad. Por simplicidad, para realizar las simulaciones se ha hecho uso del modelo de gas ideal confinado en dos dimensiones. Al modificar la velocidad media el resultado es un aumento o disminución de infectados en el mismo periodo o intervalo de tiempo. Para tomar en cuenta las medidas de prevención sanitarias empleadas, en nuestra simulación recurrimos a barreras de potencial del tipo cuadradas; nuevamente tenemos una analogía entre la altura de la barrera que corresponde a disminuir las interacciones sociales y el ancho de barrera que emula el distanciamiento social. Este modelo representa una alternativa al estudio de la pandemia en México con excelentes predicciones a corto plazo, resultados a mediano plazo se ven ligados a la confiabilidad de datos reportados por el sistema de salud ya que la simulación es auto ajustable de acuerdo a los datos que se ingresan en tiempo real.
Lo que tenemos aquí es otra herramienta que puede ser de utilidad para la verificación de datos y medidas en tiempo real, lo que nos puede ayudar a tomar mejores decisiones, como en otros países, por ejemplo, Corea del Sur que es uno de los países que sigue activos y ha logrado aplanar la curva de propagación de la enfermedad. Esta nueva perspectiva nos podría permitir simular sociedades como la mexicana donde hay un alto índice de escepticismo y falta de información.

M2489 **Biomarcadores Neuropsicológicos en el Estudio de la Distrofia Miotónica Tipo I por Imagen de Tensor de Difusión** *María Margarita López Titla* (mtaliesin@gmail.com), Universidad Veracruzana; Carlos Hernandez Castillo(darkcastlemx@hotmail.com), Universidad Veracruzana; Luz Marquez(marquezquiroz@yahoo.com.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Amanda Chirino(amandachirino@gmail.com), Universidad Nacional Autónoma de México; Sara Cruz Solis(queequeet@hotmail.com), Universidad Veracruzana; Rosalinda Diaz(diazp54@hotmail.com),*

*Universidad Nacional Autónoma de México; Luis Beltran Parrazal(lbeltran71@gmail.com), Universidad Veracruzana; J.J. Magaña(maganasn@hotmail.com), Universidad Nacional Autónoma de México; Juan Fernandez Ruiz(jfr@yahoo.com.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*
La Distrofia Miotónica Tipo I (DM1) es una enfermedad neurodegenerativa, autosómica dominante, también llamada enfermedad de Steinert. Es la distrofia muscular más comúnmente heredada a nivel mundial (1 de cada 8000 individuos la padece en población caucásica), se debe a la mutación genética localizada en el cromosoma 19 q 13.3 del gen que codifica para la proteína quinasa de la distrofia miotónica. La sintomatología de la enfermedad es muy variada y de carácter multisistémico. Los síntomas clínicos más relevantes observados son: debilidad muscular distal, miotonía, debilidad de los músculos faciales, ptosis, fatiga, hipersomnia, somnolencia durante el día, irritabilidad, estrés, depresión, infarto al miocardio, entre otros. La sintomatología de carácter progresivo de la DM1 conlleva a un detrimento en la calidad de vida de los pacientes, provocando una reducción en su esperanza de vida. El objetivo de este proyecto fue estudiar la relación del perfil cognitivo de los pacientes con DM1 clásica con los hallazgos de degeneración de sustancia blanca cerebral usando Imágenes de Tensor de Difusión (DTI) con el fin de encontrar biomarcadores que faciliten el diagnóstico, seguimiento y prognosis de la enfermedad. Método: Participaron voluntariamente 22 pacientes con DM1 clásica y 22 sujetos sanos. Los participantes de ambos grupos fueron pareados por edad, género y nivel de educación. El diagnóstico genético de los pacientes se hizo por la prueba PCR en el Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra. La adquisición de las imágenes de DTI se realizó en el Instituto Nacional de Psiquiatría Ramón de la Fuente Muñiz en un equipo de RM Philips Ingenia de 3T. Se aplicó la Batería de Cambridge de pruebas neuropsicológicas versión computarizada (CANTAB) para la evaluación neuropsicológica. Análisis: El análisis de las imágenes de RM se realizó con FSL v 5.1. Se aplicó una prueba t de student para el análisis de comparación entre grupos y una prueba F para el análisis de correlación entre los datos neuropsicológicos y los de imagen de DTI. Resultados: Se encontró detrimento generalizado en la sustancia blanca cerebral de los pacientes con DM1 ($p < 0.05$), siendo el tracto corticoespinal en la región del puente el más afectado. Los pacientes con DM1 presentaron detrimento cognitivo en los procesos de memoria visual, atención, planeación espacial, nuevo aprendizaje y cognición global ($p < 0.05$). Por medio del análisis de correlación con los hallazgos de imagen se encontraron áreas de la sustancia blanca de los lóbulos frontales, temporales, occipitales y parietales asociadas al detrimento cognitivo de los pacientes en los procesos de memoria visual y atención sostenida, como la corteza del precúneo, corteza del cíngulo anterior, parte anterior del cuerpo calloso y el fascículo uncinado ($p < 0.05$).

M2217 **Guante de Rehabilitación Integral para Miembro Superior** *Andrés Gómez Figueroa* (andres.gomez7439@alumnos.udg.mx), CUCEI-Universidad de Guadalajara; Areli Jazmín Tejeda Sotelo(areli.tejeda5604@alumnos.udg.mx), CUCEI-Universidad de Guadalajara; Alondra Guillermina Torres Gutiérrez(alondra.torres6696@alumnos.udg.mx), CUCEI-Universidad de Guadalajara; Andrea Carolina Villegas Díaz(andrea.villegas5768@alumnos.udg.mx), CUCEI-Universidad de Guadalajara; Mario Alberto García Ramírez(seario@gmail.com), CUCEI-Universidad de Guadalajara; *Expositor.*
En la actualidad las personas pasan cada vez mas tiempo en posiciones no ergonómicas, principalmente para las manos debido al uso prolongado de dispositivos que requieren un movimiento constante de las mismas, tales como smartphones, laptops, consolas de videojuegos, entre otros y por esta razón se vuelve más propicio el desarrollo de diversas lesiones. Partiendo de lo anterior, en este proyecto presentamos una propuesta que consiste en una interfaz con la que se podrá llevar a cabo una rehabilitación integral para el paciente con síntomas de lesión en miembros superiores basada en el diseño de un guante electro-mecánico adaptable que auxilia en la movilidad de las articulaciones mediante servomotores configurados individualmente siguiendo las características propias de la goniometría, realizando rutinas de rehabilitación controladas por una interfaz de usuario desarrollada en HTML/CSS/JavaScript aunada a una lógica escrita en Python que modulan la actuación del guante. En suma, se ha realizado una simulación y los resultados son bastante prometedores para con el objetivo principal de nuestra propuesta además de que es posible escalarlo para cubrir diferentes áreas, tales como generar datasets de movimiento al realizar diversas actividades así como obtener diferentes curvas para los movimientos más comunes realizados por las personas.

M2332 **Algoritmo para detección de picos y análisis de onda de un ECG** *Rodrigo Isaac Rojas Jiménez* (rodrigoroji.97@gmail.com), UPIBI, Instituto Politécnico Nacional; Héctor Emilio González Cabrera(hector_emilio_gc@hotmail.com), UPIBI, Instituto Politécnico Nacional; José Alberto Zamora Justo(zamora.justo@outlook.com), UPIBI, Instituto Politécnico Nacional; Alejandro Muñoz Diosdado(amunozdiosdado@gmail.com), UPIBI, Instituto Politécnico Nacional; *Expositor.*
Las señales de Electrocardiograma (ECG) provienen de los potenciales de acción de tejido muscular cardiacos combinados. Estas diferencias pueden ser captadas por medio de electrodos colocados en la distribución descrita por el triángulo de Einthoven. Analizar las señales de ECG tiene como principal objetivo correlacionar las formas de

onda con enfermedades cardiovasculares o cardiopatías. En un trazo característico de una señal de ECG, la despolarización auricular genera la onda P, el complejo QRS es producido por la despolarización de los ventrículos y finalmente la onda T por la repolarización de los ventrículos. Automatizar el proceso de detección y análisis implicaría mejorar el proceso de atención a la salud y facilitar el trabajo efectuado por el médico especializado. Las señales de ECG fueron obtenidas por medio de un monitor Holter construido para para el proyecto, con un rango de frecuencias entre 0.5 y 150 Hz, con una frecuencia de muestreo de 1000 Hz y una relación seña-ruido alta. Se empleó un filtro de corrección de línea basal, para eliminar por completo el ruido de baja frecuencia y facilitar la identificación de la onda R por medio de un algoritmo recursivo para la identificación de puntos máximos en una señal discreta. Finalmente, el resto de las ondas P, Q, S y T fueron identificadas de la misma manera. El algoritmo fue probado en series cortas obtenidas de participantes voluntarios. Fueron identificados entre 100 y 200 segmentos de ECG. Con un error de 2.17% para la onda P, 2.89 % para Q, 1.47 % en R, 1.44% en S y finalmente, 2.89% en T. De tal manera que cada forma de onda fue identificada individualmente, a diferencia con otros autores cuyos métodos consideran el complejo QRS como uno. Esto permite la medición de tiempo entre ondas, el cálculo de series de tiempo para cada onda y determinar si alguna de las formas de onda se ve alterada.

M2011 **ESTUDIOS DE RESOLUCIÓN TEMPORAL EN GEANT4 DE UN CRISTAL LYSO COMO FUNCIÓN DEL PORCENTAJE DE FORRADO.** *María Lyzeth López Toxqui* (dustprofecia@outlook.es), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.; Cristian Heber Zepeda Fernández(hzepeda@fcfm.buap.mx), Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Eduardo Moreno Barbosa(emoreno@fcfm.buap.mx), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.; *Expositor.*

La Tomografía por Emisión de Positrones (PET por sus siglas en inglés) es una técnica de Imagen molecular que permite el análisis in vivo de procesos biológicos mediante mediciones funcionales y cuantitativas de forma no invasiva. El desarrollo de detectores centelladores usados en PET es un área que ha seguido evolucionando con rapidez, especialmente durante la última década, con énfasis en aumentar la sensibilidad, mejorar la resolución y disminuir los tiempos de exploración del paciente. El MicroPET es un tomógrafo en pequeña escala (presenta los mismos fundamentos físicos que un equipo PET de uso en humanos), diseñado especialmente para su uso en animales pequeños. En comparación con las técnicas convencionales invasivas de estudio en animales, (como la disección de tejidos). El MicroPET brinda la oportunidad de estudiar la progresión de enfermedades, la respuesta terapéutica y los efectos secundarios perjudiciales, también puede medir la biodistribución dinámica completa de un compuesto marcado en un solo escaneo. La resolución temporal es una cantidad importante en los detectores. Una resolución temporal baja permite tener la mayor cantidad de datos posibles en menor tiempo. Esto mejora la calidad en la imagen obtenida respecto a la emisión del radionúclido usado. La metodología propuesta en ese trabajo se diseñó para conocer la resolución temporal de un cristal LYSO (oxi-ortosilicato de lutecio con itrio) en función del porcentaje de forrado, como resultado de que los fotones fluyan fuera del cristal. La resolución temporal se calculó simulando 3000 (con este valor se alcanzo la menor variación de la desviación estándar) rayos gamma con una energía de 511 keV incidiendo aleatoriamente perpendicular en una cara de un cristal LYSO, en la cara opuesta a la llegada de los fotones, se acopló un área sensible denominada ”Scorer”, que representa el área efectiva de un fotomultiplicador de silicio (SiPM). La simulación tardo alrededor de un mes y se realizó utilizando el software Geant4 versión 10.06. Se obtuvo en promedio una resolución temporal de 2ps con porcentaje de forrado de 10% al 100%. Sin embargo, para un forrado de 0% se obtiene una resolución temporal en promedio de 7ps. Por lo que se concluye que en un centellador pequeño, de alrededor de mm, la resolución temporal no cambia.

M2558 **SISTEMA DE REFERENCIA UNIFICADO DE LOS PLANOS FRONTAL Y HORIZONTAL DEL CORAZÓN DE LAS DERIVACIONES ELECTROCARDIOGRÁFICAS: BIPOLARES ESTÁNDAR, MONOPOLARES AMPLIFICADAS DE GOLDBERG Y PRECORDIALES** *Alfonso Israel Gastélum López* (lafisicadelfuturo@gmail.com), Universidad de Guadalajara Antes: Facultad de Ciencias Químicas Hoy: CUCEI; *Expositor.*

Un fotón de luz natural teórico está configurado en un triángulo por 4 corpúsculos: 2 positrones y 2 electrones, la atracción-repulsión de las cargas positivas y negativas, origina una contracción-expansión, análoga a la sístole-diástole del corazón. Basado en la analogía de que la luz es un dipolo configurada en el área de un triangulo equilátero, cuya similitud con el corazón, es que es un dipolo, en el centro del triángulo de Einthoven. Esta semejanza entre el triángulo eléctrico del corazón y la configuración fotónica, es el fundamento del sistema de referencia unificado expuesto. Einthoven, se valió de la ley de Kirchhoff: los potenciales en una serie de puntos consecutivos, volviendo al punto origen: suma vectorial: Derivación I + derivación II + derivación III = 0. No existe un sistema de referencia factual y efectivo porque Einthoven modificó la ecuación de Kirchhoff: Derivación I + derivación III = derivación II  0. El modelo encontró que son 4 los triángulos eléctricos del corazón.

M2161 **Efecto indirecto de la radiación en plásmidos de ADN en función de la temperatura: un estudio usando Monte Carlo Track-Structure**

*Omar Rodrigo Garcia Garcia* (omarr_gg@hotmail.com), Benemerita Universidad Autonoma de Puebla; Jorge Naoki Dominguez Kondo(near_aeon910@hotmail.com), Benemerita Universidad Autonoma de Puebla; Jose Asunción Ramos Méndez(jose.ramosmendez@ucsf.edu), University of California, San Francisco; Eduardo Moreno Barbosa(emoreno@fcfm.buap.mx), Benemerita Universidad Autonoma de Puebla; *Expositor.*

Debido al riego para la salud existente en los tratamientos actuales de cáncer que involucran algún tipo de radiación, diferentes métodos se han explorado para reducir la toxicidad de tratamientos o para aumentar la efectividad de la radiación depositada en el tumor. Uno de estos métodos es la hipertermia; que consiste en la elevación de la temperatura del tejido biológico de manera local con la finalidad de inducir radiosensibilidad. El incremento de la radiosensibilidad de un tejido, se manifiesta como una reducción en la dosis requerida para inducir daño biológico. El aumento en el daño biológico provocado por el aumento de la temperatura involucra múltiples factores, que abarcan desde factores físico-químicos, bioquímicos hasta los micro y macro biológicos. El enfoque de interés en este trabajo de tesis es la perspectiva físico-química. En específico, extender y verificar el método Independent Reaction Times (IRT) disponible en el software de simulación Monte Carlo TOPAS-nBio, para realizar simulaciones de la química heterogénea que sigue a la radiolisis del agua a diferentes condiciones de temperatura. Esto permitirá cuantificar teóricamente la contribución físico-química de la hipertermia, estudiada a partir del daño indirecto al ADN por radiación de baja transferencia lineal de energía (LET). Para esto se cuantificará, utilizando métodos de Monte Carlo, la evolución temporal del valor-G del radical $\bullet$OH como una función de la temperatura; ya que se ha demostrado experimentalmente que el radical $\bullet$OH es el principal responsable del daño indirecto al ADN por radiación. El software TOPAS-nBio facilita la simulación del transporte de radiación ionizante a través de la materia incluyendo la química que sigue al proceso de radiólisis. El software provee modelos físicos, químicos y geométricos biológicamente relevantes para la simulación del daño biológico causado por la radiación a etapas tempranas después de su interacción. Está basado en Geant4-DNA, que es un conjunto de librerías en C++ de Monte Carlo track-structure, desarrollado por una colaboración internacional a partir del 2010, y que es el único en su tipo de acceso libre. La extensión a TOPAS-nBio se validará contra datos experimentales de valores-G producidos por irradiaciones de 60Co en agua a temperaturas de 0-50ºC obtenidos de Elliot A.J. (1994), Herve M. (2000), Plante I. (2017), entre otros. Finalmente, se recrearán las condiciones experimentales de la irradiación de plásmidos de ADN pBR322 reportados en Tomita H. et al (1995) para comparar las simulaciones del número de rompimientos simples (SSB) y dobles (DSB) de ADN.

M2281 **Histogramas de series de excursiones de interlatido cardiaco como método de identificación de pacientes con insuficiencia cardiaca**

*Gonzalo Gálvez Coyt* (ggalvezcoyt@gmail.com), Unidad Profesional Interdisciplinaria de Biotecnología, IPN; Alejandro Muñoz Diosdado(amunozdiosdado@gmail.com), Unidad Profesional Interdisciplinaria de Biotecnología, IPN; *Expositor.*

En este trabajo se aplica un algoritmo de segmentación para investigar la distribución temporal de las variaciones de las series de tiempo de interlatido cardiaco de personas sanas y enfermas con insuficiencia cardiaca (CHF). Se encontró que tal como se reporta en otras publicaciones que la distribución de segmentos presenta diferentes frecuencias cardíacas, las cuales siguen una la ley de potencial. lo cual muestra que el interlatido cardiaco es una estructura invariante de escala. El corazón es un sistema complejo y normalmente su dinámica es observada mediante los electrocardiogramas. La serie de interlatido se obtiene a partir de un electrocardiograma, esta serie es considerada no estacionaria. Kensuke Fukuda et al, proponen un método de segmentación de una serie no estacionaria. La comparación entre las diferentes distribuciones estadísticas de la frecuencia cardíaca de los segmentos de personas sanas y enfermas muestran que los parámetros para individuos sanos y para pacientes con insuficiencia cardíaca son apreciablemente diferentes. Los resultados obtenidos muestran las variaciones en la forma de la distribución de frecuencia relativa de segmento puede ser utilizado como un estimador del posible estado de salud entre las personas.

M2036 **Espectro de fondo de cristales centelladores de LYSO de distintas dimensiones**

*Dalia Yvette Domínguez Jiménez* (1208dalia@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Arnulfo Martínez Dávalos(arnulfo@fisica.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; Mercedes Rodríguez Villafuerte(mercedes@fisica.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; Héctor Alva Sánchez(halva@fisica.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

El oxiortosilicato de lutecio con itrio (LYSO) es el cristal centellador más utilizado actualmente en los equipos de imagen de medicina nuclear molecular por emisión de positrones. Los sistemas comerciales y prototipos en desarrollo utilizan geometrías y dimensiones diferentes de estos cristales. Este material presenta un espectro de fondo debido a la radiación intrínseca ya que contienen Lu-176, el cual decae por beta menos a estados excitados del Hf-176 emitiendo rayos gamma de 88, 202 y 307

keV. Si bien el espectro de fondo ya ha sido estudiado para algunos tamaños del centellador, en este trabajo se calculan las probabilidades de escape de los rayos gamma, y con ello los espectros de fondo, para prismas de base cuadrada de longitudes de 1 a 60 mm y grosores de 1 a 20 mm, cubriendo un intervalo de tamaños comúnmente utilizados en los detectores de equipos modernos. Las probabilidades se obtuvieron con simulaciones Monte Carlo utilizando el código PENELOPE, y los espectros se obtuvieron mediante un modelo analítico desarrollado previamente por nuestro grupo. Los resultados de este trabajo pueden ser utilizados para la calibración y la obtención de la resolución en energía de detectores que utilicen el centellador de LYSO.

M1931 **Irradiación de iones en tejido ectópico** *Jorge Jara Jiménez* (jjara@ib.upchiapas.edu.mx), Universidad Politécnica de Chiapas; Ana Laura García Martínez(agarcia@ib.upchiapas.edu.mx), Universidad Politécnica de Chiapas; Paola Coello Caballero(pcoello@ib.upchiapas.edu.mx), Universidad Politécnica de Chiapas; Roberto Arceo Reyes(roberto.arceo@unach.mx), Universidad Autónoma de Chiapas; *Expositor.*
Se calculó la penetración de iones en tejido conectivo desde la epidermis hasta alcanzar el tejido tiroideo. Se implantaron iones en el tiroides ectópico hasta alcanzar una penetración de hasta 27.2 milímetros. Esta simulación se hizo mediante irradiación de protones en tumores tiroideos usando el software SRIM-2013.

M1864 **Estudios en Geant4 de la resolución temporal de un cristal LYSO como función del ángulo de incidencia** *Miguel Antonio Sanchez Vega* (miguelantoniosv@gmail.com), Benemerita Universidad Autonoma de Puebla; Cristian Heber Zepeda Fernández(hzepeda@fcfm.buap.mx), Benemerita Universidad Autonoma de Puebla; Eduardo Moreno Barbosa(emoreno@fcfm.buap.mx), Benemerita Universidad Autonoma de Puebla; *Expositor.*
Realizamos una simulación de un nuevo arreglo de detectores para un PET de animales pequeños, dicha innovación consiste en cristales acoplado un sensor SiPM. En la simulación obtuvimos la resolución temporal como función del ángulo de incidencia del rayo gamma (0.511 MeV). De esta dependencia, será posible conocer la región de impacto del rayo gamma. El objetivo de esta configuración es la implementación en nuevas maquinas PET (uso de SiPM en lugar de PMT), para una mayor eficiencia tanto en la imagen obtenida como en el tiempo en que se puede obtener ésta.

M2411 **Simulación de un gradiente longitudinal** *Xareni Durán Ramírez(xarenid@ciencias.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Miguel Sánchez Islas(migislas@hotmail.com), Universidad Nacional Autónoma de México; Ricardo Martín Hernández Flores* (saurio99@hotmail.com), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*
Se presentan los resultados de la simulación en el campo magnético en la dirección Z. La simulación se hizo utilizando el método Simulated Anneling. Se presentan los resultados del gradiente obtenidos por la simulación. Con la información obtenida se hizo una propuesta experimental de construcción (con simetría cilíndrica) del gradiente longitudinal. Las dimensiones del prototipo son de 16 centímetros de en le eje longitudinal y 8 centímetros de radio. La corriente propuesta para la simulación de fue de 3 Amperios obteniendo un gradiente máximo de 0.2 mT/cm, bajo estos datos queda determinado la posición de las espiras que se colocaron en el cilindro de PVC. Se presenta la comparación de los datos experimentales con los simulados. Los autores agradecen el apoyo que se brindo por parte de los Laboratorios de Física Moderna Y Contemporánea de la Facultad de Ciencias, UNAM.

M2309 **Sistema Portátil para Diagnóstico Médico** *Jorge Alberto Guzmán Lenz* (alberto.lenzdg@gmail.com), CUCEI-Universidad de Guadalajara; Orfil González Reynoso(orfil.gonzalez@cucei.udg.mx), CUCEI-Universidad de Guadalajara; Mario Alberto García Ramírez(seario@gmail.com), CUCEI-Universidad de Guadalajara; *Expositor.*
El Sistema Portátil para Diagnóstico Médico (SIMBA) es un dispositivo médico cuya misión es abarcar el espectro de diagnóstico de primer nivel condensando los equipos médicos generales en un solo dispositivo. Entre sus características destaca su portabilidad y diseño ligero, aunado a una interfaz minimalista que facilita la interacción usuario-dispositivo. El dispositivo está pensado como una solución práctica ante la creciente demanda en la atención de pacientes para las instituciones médicas dada la reciente aparición del virus SARS-CoV-2. Sus características permiten abarcar un mayor espectro de variables fisiológicas que pueden ser analizadas e interpretadas con mayor rapidez por el médico utilizando una serie de técnicas tales como FFT, CWT, DWT, Denoising y redes neuronales además de ser portátil para brindar atención en donde se requiera.

M1871 **Obtención de CTR en Geant4 en la configuración plástico centellador+SiPM para su implementación en PET** *Juan De Dios Figueroa Peña* (juandana9@gmail.com), Benemerita Universidad Autónoma de Puebla; Eduardo Moreno Barbosa(emoreno@fcfm.buap.mx), FCFM-BUAP; Cristian Heber Zepeda Fernández(hzepeda@fcfm.buap.mx), Conacyt, BUAP-FCFM; *Expositor.*
Realizamos una simulación en Geant4 para un prototipo de dos plásticos centelladores BC404 acoplados a un SiPM cada uno y separados una distancia de 40 cm (+20 cm y -20 cm, respectivamente) con la finalidad de la obtención del CTR. En trabajos de simulación previos, se ha encontrado que la resolución temporal intrínseca

de esta configuración está en el rango de 2 a 20 ps. Se simularon positrones localizados en el centro del eje que separa a los centelladores. La finalidad de este trabajo es la implementación de esta nueva configuración en un PET de animales pequeños, el cual normalmente utilizan cristales centelladores, que resultan ser más caros que un plástico, al igual que utilizan PMT que operan a un alto voltaje, son de dimensiones grandes y son más caros que un SiPM.

***Historia y Filosofía de la Física***
***Línea (online)***

M2051 **Los grandes centros de enseñanza y desarrollo del conocimiento en Occidente** *Jose Luis Alvarez Garcia* (josel.alvarezgarcia@gmail.com), Universidad Nacional Autonoma de Mexico; *Expositor.*
Se presentan los grandes centros de enseñanza y desarrollo del conocimiento, desde la Antigüedad clásica hasta el siglo XII, señalando sus principales exponentes, sus características y su importancia en la historia del pensamiento. La Academia y el Liceo en Atenas y el Museo y la Biblioteca en Alejandría. Luego, a partir del siglo IV, todo el tesoro del saber clásico se traslada a Oriente: a Bizancio, en el Pandidactirion en Constantinopla; a la Escuela de los Persas en Edesa; al Observatorio de Gundishapur en Siria; a la Casa de la Sabiduría en Bagdad. En estos centros se tradujeron textos clásicos del griego al siríaco y de éste al árabe. En el siglo XI los textos clásicos regresan a Europa y son traducidos del árabe al latín, principalmente en la Escuela de Toledo. La Escuela de Chartres, prototipo de escuela catedralicia, alcanza su mayor esplendor en el siglo XII y constituye el antecedente inmediato de las primeras universidades (Bolonia, París y Oxford).

M1990 **El Éter a través del tiempo** *Amanda Vanessa Fajardo Garcia* (amanda.fajardogr@uanl.edu.mx), Universidad Autónoma de Nuevo León; *Expositor.*
En este trabajo se exploran y analizan las distintas versiones del éter (fluido invisible y sin peso) que se han propuesto para explicar distintos fenómenos a lo largo de la historia. Se aborda también el más moderno: La energía oscura.

M2810 **Anti-realismo y objetividad del tiempo: las consideraciones de Gödel en torno al tiempo en la teoría general de la relatividad** *Lia Lizet Flores Meneses* (lializetflo@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*
¿Qué es el tiempo? Dice el filósofo medieval Agustín de Hipona en las Confesiones: "Si me pregunto qué es el tiempo, lo sé; si me preguntan qué es el tiempo, ya no lo sé". La pregunta filosófica por el tiempo tiene su origen en la cosmología. Aristóteles afirmaba que hay un vínculo estrecho entre tiempo y movimiento. El tiempo es la medida del movimiento según lo anterior y lo posterior. Siendo el tiempo la medida del movimiento, el movimiento es, a su vez, medida del tiempo. Por lo tanto, tiempo y movimiento se miden mutuamente. En efecto, el Big Bang no sólo fue el origen del universo, sino también el origen del tiempo. Plantearse la pregunta por el tiempo antes de ello, carece de sentido. Ni siquiera habría un "antes". Las cuestiones filosóficas surgen frente a esta visión cosmológica: ¿es el tiempo objetivo? ¿cómo comprobar la existencia de entidades que escapan de nuestra percepción? La teoría general de la relatividad estipulada por Albert Einstein nos ofreció un nuevo modo de concebir el tiempo. La idea de el tiempo como entidad relativa fue revolucionaria. Llamó la atención de varios científicos de aquéllos tiempos. Entre ellos, el matemático y filósofo Kurt Gödel. El filósofo encuentra inconsistencias en el concepto de "tiempo" en la teoría de Einstein. El principal equívoco radica, posiblemente, en la compatibilidad entre tiempo en su teoría de la relatividad con el tiempo en el sentido común. Así, Gödel elabora un argumento anti realista de la realidad del tiempo en la teoría general de la relatividad, teniendo como premisas: 1) Dada la relatividad de la simultaneidad, no hay tiempo intuitivo; 2) En la relatividad general hay un tiempo intuitivo en ciertos modelos de la teoría, a saber: el modelo cósmico; 3) Hay también modelos en la relatividad general, en los cuales no hay tiempo intuitivo, ya que existen curvas cerradas temporales. Sin embargo, hay inconsistencias, asimismo, en los argumentos de Gödel que desacreditan su argumento sobre la anti realidad del tiempo. El principal error epistemológico se halla en la confusión entre "relatividad" y "subjetividad". Esto conlleva a estipular, contrariamente, que el tiempo es objetivo. El presente trabajo de investigación tiene como objetivo presentar los argumentos gödeleanos en torno a la inexistencia del tiempo en la teoría general de la relatividad y, a su vez, presentar un contra argumento sobre las interpretaciones de Gödel. Los principales fundamentos serán históricos, filosóficos y epistemológicos.

M2014 **El problema de la curva braquistócrona. Contexto histórico, la solución de Johann Bernoulli y una deducción analítica de la ecuación** *César Efrén Valladares Rocha* (cesarefrenvr@hotmail.com), Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas, UANL; *Expositor.*
En junio de 1696, Johann Bernoulli presenta un reto a los matemáticos publicando un nuevo problema: "Problema novum ad cujus solutionem Mathematici invitantur" en la famosa revista de Otto Mencke en colaboración con Gottfried Leibniz, "Acta Eruditorum Lipsiae", que decía lo siguiente: "Dados dos puntos A y B en un plano vertical, determínese una trayectoria AMB para el cuerpo M que se desplaza, tal que el cuerpo llegue al punto B, cayendo por su propia gravedad desde el punto A en el menor tiempo". Varias eminencias de la época

atendieron a este problema. Entre ellos figuran Isaac Newton, Gottfried Leibniz, Guillaume de l'Hopital y el mismo Jakob Bernoulli, hermano de Johann. Al final y a pesar de haber recurrido a diferentes métodos, todos llegan a la misma solución. La trayectoria que seguiría este cuerpo tiene un nombre especial, y es conocida como la curva braquistócrona que resulta ser la curva de un cicloide. En este trabajo se expone la historia de esta curva y cómo dio lugar al nacimiento del cálculo de variaciones. Se hace un enfoque en la solución de Johann Bernoulli, la cual resulta interesante por estar basada en el principio de Fermat, presentando una manera original de atacar este problema. Adicionalmente se expone una solución analítica a este problema haciendo uso del cálculo de variaciones.

M2045 **Galileo y Kepler** *Jose Luis Alvarez Garcia* (josel.alvarezgarcia@gmail.com), Universidad Nacional Autonoma de Mexico; *Expositor.*
En este trabajo se presenta un estudio comparativo de la vida y obra de Galileo Galilei y Johannes Kepler, genios indiscutibles de la Revolución Científica de los siglos XVI y XVII. Sus obras se dan paralelamente en dos frentes de esta revolución en la historia del pensamiento científico: la cosmología y la física del movimiento. Así también, se muestran aspectos de sus personalidades, tan disímbolas como contrastantes, y de las condiciones de sus desarrollos intelectuales en la infancia y juventud.

M2404 **Trabajos publicados sobre la aurora boreal vista en la ciudad de México en 1789** *María De La Paz Ramos Lara* (ramoslm@unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Héctor Durand-Manterola(durand_manterola@igeofisica.unam.mx), Instituto de Geofísica, UNAM; Sergio Adrián Canales Pozos(acanalp@hotmail.com), Instituto de Educación Media Superior; *Expositor.*
El 14 de noviembre de 1789 se observó una aurora boreal en la ciudad de México, que fue vista y estudiada por tres novohispanos: José Antonio Alzate, Antonio de León y Gama y José Francisco Dimas Rangel. Esta fue la primera aurora de baja latitud analizada científicamente por esta pequeña comunidad científica. Alzate realizó observaciones meteorológicas y astronómicas precisas, notó que coincidía con un aumento en el tamaño y número de manchas solares, y pronosticó su observación en varias regiones de América, Europa y Asia (publicó cuatro notas al respecto en la revista Gaceta de Literatura). León y Gama la clasificó y calculó su altura, publicó dos notas (en Gaceta de México) y un tratado de auroras boreales y propuso un modelo propio, el cual consistía de tres partes: que la aurora se formaba en el asiento superior de la atmósfera de la Tierra, su composición era el éter y el agente que lo excitaba era la Luna, además de que la variedad de colores que presentaba dependía de la atmósfera. Dimas Rangel publicó un artículo y una nota, realizó un experimento donde reprodujo, por primera vez, una aurora boreal; y también dio a conocer su explicación científica que difería de la de León y Gama, pues creía que la aurora se formaba dentro de la atmósfera, estaba compuesta de gas inflamable (hidrógeno) y el agente que lo inflamaba era la electricidad.

M2420 **Algo de Historia sobre la Física Acústica y sus Aplicaciones** *Raúl Alberto Reyes Villagrana* (rareyesvi@conacyt.mx), CONACYT - Universidad Autónoma de Chihuahua; *Expositor.*
El ser humano cuenta con cinco sentidos, el tacto, el gusto, la vista, el olfato y el oído. Todos son muy importantes. De ahí la trascendencia de la revolución tecnológica, donde la instrumentación electrónica ha evolucionado generando sensores que reproduzcan o imiten a los cinco sentidos. Cabe resaltar que el oído humano en sensible a vibraciones que oscilen en el rango de 20Hz hasta 20kHz, aproximadamente y por lo cual se le denomina espectro de frecuencia audible. En este trabajo se presenta una revisión sobre el estudio de la física acústica, desde la época de las especies pre-humanas y sus medios de comunicación; luego los estudios realizados por DaVinci, dieron certeza sobre el aspecto fisiológico auditivo. Posteriormente las aportaciones sobre las vibraciones dadas por Galileo, Boyle, Hooke y Newton, y las bases de la mecánica. Así también, el desarrollo de la teoría de la hidrodinámica clásica y la elegancia matemática generada por Laplace, Euler, d'Almbert, Bernoulli, Lagrange y Poisson. En la etapa experimental sobresalieron estudios realizador por Doppler, Kelvin y Helmholtz, por mencionar a algunos. Rápidamente comenzaron a caracterizar a los materiales, para determinar sus propiedades y se determinaron que las ondas acústicas se comportaban diferentes, como lo establecieron Rayleigh y Lamb. Se exploró al espectro acústico determinando que las oscilaciones menores a 20Hz se denominaban como infrasonido y que algunos animales las perciben perfectamente. Así, las vibraciones superiores a los 20 kHz y menores a 1 GHz, se denominaron como ondas ultrasónicas. Por último, el espectro acústico superior a 1GHz se denomino como hipersonido. Dado este escrutinio acústico, se generaron un campo de aplicaciones sin precedentes, desde la generación de materiales absorbedores de vibraciones como las que utilizan en los cines, radiodifusoras, domos acústicos, protectores auditivos; como también la generación de instrumentos para entrenamiento de animales. Las aplicaciones más conocidas se han dado en el espectro de ultrasonido referente a las aplicaciones médicas, tanto de diagnóstico, como quirúrgicas invasivas y no-invasivas; también en pruebas industriales, como las no-destructivas, aplicaciones marítimas como los sonares. En el espectro del hipersonido se ha caracterizado por desarrollar sensores de alta precisión para determinar ondas superficiales, ampliar el conocimiento de los metamateriales acústicos, así como la exploración y desarrollo en la industria bélica. Como se ha observado,

la física acústica ha sido y continúa siendo transcendental para el bien común.

M2523 **De la palabra de Dios al lenguaje de la naturaleza: la búsqueda del idioma de Adán en el desarrollo de la Filosofía Natural durante el Renacimiento** *Manuel Quintana García* (manuelquintana@comunidad.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

El surgimiento y desarrollo de la ciencia moderna a partir del siglo XVII es el resultado de la confluencia de tradiciones discursivas tan dispares entre sí como la magia, la ingeniería y la religión, entre otras. Una de estas tradiciones es la búsqueda de la Lengua de Adán, perdida durante la caída de la Torre de Babel, tanto en la palabra de Dios, la Biblia, como en el estudio de los idiomas antiguos, interpretados como provenientes de una raíz lingüística adámica. Eventualmente esta búsqueda se traslada al ámbito de los signos y los símbolos en la otra gran obra de Dios: el libro de la Naturaleza. Esta" Hermenéutica de la Naturaleza" que permitiría el conocimiento perfecto de la Physis de las cosas, se traduce en un misticismo que pervive en la obra de Kepler, Gilbert y hasta Newton. Este trabajo es un recuento de los elementos que conforman esta tradición y su influencia.

M2438 **El lenguaje bello de la matemática como criterio estético en la física** *Cruz Fabiola García Valenzuela* (fabiolagarcia69@hotmail.com), Universidad de Sonora; *Expositor.*

El objetivo particular de esta presentación es hablar del lenguaje matemático y de su relación con la belleza como criterio estético en la física. Para lograr dicho objetivo, nos asistiremos de los planteamientos de W. Heisenberg, P. Dirac, H. Poincaré, T. Kuhn, M. Gell-Mann, A. Rosenblueth, entre otros. La belleza como criterio estético se suele relacionar con el arte y disociar de la ciencia. Sin embargo, eminentes científicos y filósofos consideran que la estética es una parte fundamental de la ciencia que pone en evidencia la relación de esta última (la ciencia) con las bellas artes. Un ejemplo del planteamiento anterior lo podemos ver en el ensayo "Los aspectos estéticos de la ciencia", donde A. Rosenblueth, argumenta que "los criterios que motivan a los hombres de ciencia a calificar como bellos un experimento, una ley o una teoría son los mismos que llevan al crítico de arte a aplicar el mismo adjetivo a una obra musical literaria o plástica". Por otra parte, para W. Heisenberg, en el ensayo "La ciencia y lo bello", hablar de la belleza del lenguaje matemático en la ciencia permite contradecir la falsa consideración de que las ciencias exactas "sólo tienen que ver con la observación precisa y racional y con el pensamiento discursivo" y que, además, es un modo de evidenciar su "afinidad con las bellas artes". Los dos ejemplos anteriores son una pequeña muestra sobre el valor y la función de la estética en la ciencia que desarrollaremos en nuestra exposición. Esperamos que esta presentación permita fomentar el diálogo interdisciplinar entre campos del conocimiento que se consideran excluyentes (arte y ciencia) y ampliar nuestro horizonte de conocimiento y de creación.

M2801 **Propuesta de un curso de Historia y Filosofía de la Astronomía para la Licenciatura en Física** *Durruty Jesús De Alba Martínez* (dalba@astro.iam.udg.mx), Instituto de Astronomía y Meteorología, Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, Universidad de Guadalajara; *Expositor.*

A partir de las experiencias del autor, quien conoció de la Filosofía de la Astronomía como tal en el *ND X History of Astronomy Workshop* (6 al 10 de julio de 2011, Notre Dame, USA) donde fue el tema principal, y como profesor del curso de Historia y Filosofía de la Física en el Departamento de Física del Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías de la Universidad de Guadalajara, en este trabajo se presenta la propuesta preliminar del programa para un curso de Historia Y Filosofía de la Astronomía, se comentan algunas de las fuentes y bibliografía de referencia sugerida para el mismo.

M2522 **Péndulo en Y y figuras de Dean-Bowditch.** *Elías López Cruz* (elopez@ifuap.buap.mx), Instituto de Física "Luis Rivera Terrazas" de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*

En este trabajo se presenta el hecho histórico de la denominación de las figuras de Lissajous que en realidad son un invento de dos investigadores norteamericanos del siglo XIX. El astrónomo James Dean en 1815 propuso un experimento pensado. Si la luna nos da siempre la misma cara vista desde la tierra ¿cómo lucirá la tierra vista desde la luna? Como la luna tiene movimiento de libración (libration en inglés), la tierra en el cielo de la luna se verá como una masa que hará ligeros movimientos laterales en torno a un punto fijo. Propuso que esos movimientos podrían ser simulados mediante un péndulo suspendido en Y. El problema y esta solución fueron propuestos en 1815, Bowditch un actuario dueño de una compañía de seguros y matemático autodidacta toma el problema y desarrolla el modelo de Dean y publica ese mismo año las figuras que describe el objeto colgando y que forma el péndulo en Y. Esas figuras resultan ser curvas abiertas o cerradas dependiendo de si el péndulo oscila con la longitud l o l+L donde l y L son las longitudes de la Y, (la relación de frecuencias de oscilación). En 1842 Lissajous retoma el problema y también ilustra las figuras que describe la masa colgante del péndulo. La referencia 1 toma este problema en 1991 pero aparentemente no tuvo trascendencia pues siguen denominándose figuras de Lissajous en lugar de Dean-Bowditch. 1. A note on the Blackburn pendulum. Robert J. Whitaker, American Journal of Physics 59, 330 (1991)

M2545 **Porque saber Pseudociencia nos ayuda a comprender la Filosofía de la Física** *Verónica*

*Vázquez Ramírez* (vevara@ucol.mx), Universidad de Colima; Abel Ignacio Garnica Marmolejo(abigama@ucol.mx), Universidad de Colima; *Expositor.*
Una ciencia, es un sistema ordenado de conocimientos estructurados que estudia, investiga e interpreta los fenómenos naturales sociales y artificiales, el conocimiento científico se obtiene mediante la observación y experimentación en ámbito específico y se organiza, clasifica sobre la base del principio explicativo, ya sean de forma teórica o práctica. A partir de estos principios, se generan preguntas y razonamientos se formulan hipótesis, se deducen principios y leyes científicas y se construyen modelos científicos, teorías científicas y sistemas de conocimientos por medio de un método científico. Por ejemplo: la física, la geología o la economía son ciencia, por su parte el término pseudociencia he utilizado para referirse o describir una hipótesis en la que se plantea una investigación, que si se demuestra con pruebas llegaría a ser de gran importancia en el ámbito científico, la diferencia entre pseudociencia y ciencia reside en el hecho de que la pseudociencia, es un aspecto filosófico de la ciencia por lo que todo lo que plantea no ha sido completamente comprobado ni negado, pero carece de fundamentos sólidos. Pruebas empíricas o demostración que posibiliten su consideración como un hecho incuestionable. Una pseudociencia, es aquella afirmación creencia o práctica, presentada incorrectamente como científica, pero que no sigue un método científico válido, no puede ser comprobado de forma fiable o carece de estatus científico; por ejemplo, la quiromancia, es decir leer la palma de la mano para determinar el perfil y el futuro de un individuo es una pseudociencia. En la actualidad existe un diverso caso de Protociencia como la teoría de cuerdas, que señala la existencia de diferente dimensión y cumple con el método científico; pero su planteamiento requiere de la existencia de otra realidad que actualmente no se han podido constatar. Otro producto de ciencia es la astrobiología, que consiste en el estudio de posible forma de vida extraterrestre, que no están basadas en el carbono o que se sostienen en elementos distintos a este, conocidos o no por el ser humano. La particularidad de la astrobiología es que se basa en especulaciones teóricas que podrían ser verdad y nos intenta demostrar la existencia de esta forma de vida no conocida sino su posibilidad de existir.

M2048 **Irlanda en la Alta Edad Media. Núcleo aislado donde se preservó el conocimiento de la Antigüedad clásica** *Jose Luis Alvarez Garcia* (josel.alvarezgarcia@gmail.com), Universidad Nacional Autonoma de Mexico; *Expositor.*
Con la caída del Imperio Romano de Occidente y el advenimiento del cristianismo como religión del Estado a finales del siglo IV, el conocimiento clásico se trasladó al oriente, cayendo Europa en un retroceso en el cocimiento que prevaleció durante la Alta Edad Media (siglos IV al IX). Pero esta condición de oscurantismo no fue absoluta, permanecieron algunos núcleos aislados donde se cultivó y preservó el saber antiguo, lo que ayudó a su recuperación a partir del siglo XI, al retornar a Europa desde Oriente. Algunos personajes pertenecientes a esta tradición cultural son Beda, Alcuino y Erígena, entre otros.

## *Nanociencias y Nanotecnología*
### *Línea (online)*

M2834 **Propiedades Tribológicas de Cepillos Poliméricos Elásticos en Buen Solvente: Un Enfoque de Grano-Grueso** *Gabriela Hilario Acuapan* (gabriela.acuapan@live.itsz.edu.mx), Instituto Tecnológico Superior de Zacapoaxtla; Erwin García Hernández(erwin.garcia@live.itsz.edu.mx), Instituto Tecnológico Superior de Zacapoaxtla; Rafael Catarino Centeno(rcatarino@live.itsz.edu.mx), Instituto Tecnológico Superior de Zacapoaxtla; *Expositor.*
Actualmente, la ciencia e ingeniería de materiales se han convertido en una de las áreas más interesantes a través de la física, la química, la ingeniería y la computación. Es por ello que, las simulaciones computacionales a escala mesoscópica permiten modelar sistemas de cepillos poliméricos para estudiar las propiedades reológicas. En este trabajo presentamos resultados tribológicos de un sistema de cepillos poliméricos elásticos (poliisopreno) injertados en la superficie de dos placas paralelas en buen solvente, ambas placas están sujetas bajo la influencia de un flujo del tipo Couette: un enfoque de grano-grueso. El presente estudio representaría un impacto significativo en el ámbito tecnológico ya que los elastómeros son de gran interés debido a su amplia variedad de aplicaciones.

M2836 **Síntesis y caracterización de nanopartículas de NiS y NiSe por métodos fisicoquímicos** *Beatriz Guadalupe Zaragoza-Palacios* (beatriz.zaragoza@unison.mx), Universidad de Sonora - Doctorado en Nanotecnología; Roberto Pedro Duarte Zamorano(roberto.duarte@fisica.uson.mx), Universidad de Sonora; Santos Jesús Castillo(santos.castillo@unison.mx), Universidad de Sonora; *Expositor.*
Los calcogenuros de níquel son materiales con características eléctricas, electrónicas y magnéticas que los hacen ser empleados en diferentes dispositivos como celdas fotovoltgaicas, baterías, etc. En particular, en este trabajo nos enfocamos en el sulfuro de níquel y el selenuro de níquel, los cuales sintetizamos como nanopartículas mediante una técnica de primeros principios a temperatura y presión ambientales, empleando un tubo de ensayo y un baño ultrasónico únicamente. Nuestros reactivos fueron: cloruro de níquel, tioacetamida como fuentes de níquel y azufre y, acetilacetona y rongalita como agentes complejantes. Los materiales resultantes fueron caracterizados con TEM y UV-vis, para obtener información de su tamaño, absorción y band gap entre

otros. Agradecemos al Laboratorio de Microscopía Electrónica de Transmisión por el uso del TEM y al Laboratorio de Bionanoingeniería por facilitarnos el espectrómetro UV-vis. BGZP agradece a CONACyT por la beca 863944/637634.

M2816 **Cytotoxic effect of Au nanocubes on HCT-15 and Hep G2 cancer cell lines** *Jesús Andrés Arzola Flores* (arzolaiq@gmail.com), Instituto de Física. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; José Manuel Romo Herrera(jmromo@cnyn.unam.mx), Centro de Nanociencias y Nanotecnología. Universidad Nacional Autónoma de México; Maura Cárdenas García(maura.cardenas@correo.buap.mx), Facultad de Medicina. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Ana Lilia González Ronquillo(anagr@ifuap.buap.mx), Instituto de Física. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*

Currently, the advances in nanosciences allow to synthesize noble metal nanoparticles (NPs) with a large number of different morphologies, which in turn has permitted to manipulate their optical and physicochemical properties. These attractive tunable properties give them the potential for applications in a wide variety of fields [1-4]. Today, it is well known that gold (Au) NPs possess interesting bactericidal and cytotoxic properties in cancer cell lines in mammals; however, most of these studies have been performed with NPs with spherical morphology [1, 2]. In this work, the synthesis of Au nanocubes (GNCs) is shown using the seed-mediated synthesis technique [5]. GNCs of different edge sizes were synthesized by modifying the seed solutions volume added during the GNCs growth. Once obtained the GNCs colloids, their cytotoxic properties on the colon cancer cell line HCT-15 and the liver cancer cell line Hep-G2 were tested. The results show that the HCT-15 cell line has a higher sensitivity to low concentrations of CNGs, while the Hep-G2 cell line is more sensitive to high concentrations of CNGs.

References

1. Conde, J., Doria, G., and Baptista, P. (2012). Noble metal nanoparticles applications in cancer. Journal of drug delivery, 2012.
2. Doria, G., Conde, J., Veigas, B., Giestas, L., Almeida, C., Assunão, M., and Baptista, P. V. (2012). Noble metal nanoparticles for biosensing applications. Sensors, 12(2), 1657-1687.
3. Jain, K. K. (2005). Nanotechnology in clinical laboratory diagnostics. Clinica chimica acta, 358(1-2), 37-54.
4. Jain, K. K. (2005). Nanotechnology-based drug delivery for cancer. Technology in cancer research and treatment, 4(4), 407-416.
5. Romo-Herrera, J. M., González, A. L., Guerrini, L., Castiello, F. R., Alonso-Nuñez, G., Contreras, O. E., and Alvarez-Puebla, R. A. (2016). A study of the depth and size of concave cube Au nanoparticles as highly sensitive SERS probes. Nanoscale, 8(13), 7326-7333.

M2788 **Caracterización morfológica de nanopartículas de péptido anfifílico** *Fernando Francisco Ríos Pimentel* (mmen07@yahoo.com.mx), INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL; Miguel García Rocha(mmen07@yahoo.com.mx), CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DE ESTUDIOS AVANZADOS; Maria Magdalena Mendez Gonzalez(mmendezg07@yahoo.com.mx), INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL; *Expositor.*

Las características morfologicas de las nanopartículas de péptido anfifílico (APnPs), hacen que estas sean buenas candidatas para ser empleadas como recubrimientos de los implantes metálicos, ya que son vectores de carga genética no virales, que pueden auto-ensamblarse en micelas esféricas o estructuras fibrosas con cubiertas hidrofílicas y centros hidrofóbicos con soluciones acuosas y son comúnmente empleadas como transporte de medicamentos. Las APnPs contienen el péptido ácido arginilglicilaspártico (RGD), que no solo promueve la adherencia de las células sino también otras funciones celulares como la proliferación celular.

M2636 **Efectos de la superficie sobre las propiedades electrónicas del ZnO poroso** *Ricardo Jiménez Sánchez* (rjimenezs1902@alumno.ipn.mx), Instituto Tecnologico de Zacatepec; Alejandro Trejo Baños(alejandtb13@gmail.com), Instituto Politecnico Nacional; Miguel Cruz Irisson(irisson.ipn@gmail.com), Universidad Nacional Autonoma de Mexico; *Expositor.*

En la actualidad, un alto porcentaje de la generación de energía eléctrica es a base de combustibles fósiles que contribuyen al calentamiento global del planeta. Las fuentes alternas (eólica y fotovoltaica) podrían hacer frente a este problema. Sin embargo, estas tecnologías requieren un sistema para almacenar y liberar energía en el momento que sea requerida debido a su alta intermitencia. Los dispositivos electroquímicos como las baterías de iones de Li (ion-Li) debido a su madurez tecnológica ofrecen una alternativa atractiva para solucionar el problema del almacenamiento de energía. Hoy en día, para incrementar las capacidades de baterías ion-Li son requeridos cátodos que almacenen grandes cantidades de energía; como el ZnO que tiene una capacidad de 978 mAh/g en comparación al CoO ($\sim$200 mAh/g) usado comunmente en estas baterías, esta capacidad podría aumentar si se utilizan materiales nanoporosos. En este contexto, se estudió la estabilidad energética y las propiedades electrónicas de sistemas nanoporosos de ZnO, variando el tamaño y la superficie reactiva del nanoporo produciendo un desbalance en la razón $R_0$= Zn/O utilizando la teoría de funcionales de la densidad y $e$. Los resultados de este sistema nanoporoso pasivado con H muestran que el sistema con el nanoporo con menor tamaño se

comporta como semiconductor mientras que los sistemas con nanoporos de mayor tamaño se comportan como metales. Por otro lado para el caso $R_0 = 1$ en los estados de valencia cerca del nivel de Fermi, la mayor contribución es aportada por los átomos de O, mientras que para los casos $R_0 = 2$ y $R_0 = 0.5$ los estados electrónicos en la valencia provienen de los átomos de Zn. Mientras que este sistema pasivado con F muestra que el sistema se comporta como un semiconductor independientemente del tamaño de poro y la razón de $R_0$. Para todos los casos del sistema pasivado con F los estados de valencia cerca del nivel de Fermi, la mayor contribución es aportada por los átomos de O. El sistema pasivado con O muestra que en el caso de $R_0 = 0.5$ el sistema se comporta como semiconductor, en su caso los estados de valencia cerca del nivel de Fermi, la mayor contribución es aportada por los átomos de O y en el caso de $R_0 = 2$ el sistema se comporta como metal y los estados de valencia cerca del nivel de Fermi es aportada por los átomos de Zn. Estos resultados pueden ser útiles en el diseño de baterías de iones de litio ya que muestran que la conductividad eléctrica puede ser alterada dependiendo de la composición de la superficie porosa.

M1935 **Prueba estadística t-student en la síntesis de nanoesferas de carbono a partir de cis-1,4-poliisopreno** *Jaime Abraham Guzmán Fuentes* (jaimegzmn@outlook.es), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Erasmo Cadenas Calderon(ecadenas@umich.mx), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; José De Jesús Contreras Navarrete(josecontrerasna@gmail.com), Instituto Tecnológico de Morelia; Jael Madaí Ambriz Torres(jaelmadai_89@hotmail.com), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Diana Litzajaya Garcia Ruiz(dilitzagaru@gmail.com), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Carmen Judith Gutiérrez García(judithguga54@gmail.com), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Francisco Gabriel Granados Martínez(grana2francisco@gmail.com), Instituto de Investigaciones en Materiales UNAM Morelia; Lada Domratcheva Lvova(ladamex@yahoo.es), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.*

Usualmente la estadística se aplica en la colección y análisis de datos para la toma de decisiones y la resolución de problemas. Diferentes tipos de nanoestructuras de carbono (CNs) han sido sintetizadas mediante el uso de diversos precursores y métodos de síntesis para encontrar sustitutos a los derivados del petróleo y métodos más amistosos con el medio ambiente.

En la presente investigación se aplicó una prueba t-student en la síntesis de nanoesferas de carbono (CSs) usando un precursor natural y un método que consideran los principios de la química verde. El análisis estadístico realizado puede ser usado para probar si las muestras obtenidas del proceso de síntesis pertenecen a la misma población y por lo tanto pueden ser analizadas como una misma muestra para futuras investigaciones.

La síntesis de nanoestructuras de carbono fue realizada mediante el método de deposición química de vapor (CVD), usando 1.5 g de cis-1,4-poliisopreno como fuente de carbono, una barra de acero AISI 304 como catalizador, un reactor de tubo de cuarzo y gas argón como gas de arrastre. Las condiciones de síntesis fueron 850ºC durante 30 minutos de tiempo de reacción y un flujo de gas de 10 ml/min. Dos muestras fueron obtenidas del mismo experimento, una depositada sobre la superficie del catalizador (barra de acero) y otra sobre la superficie del tubo de cuarzo (sin catalizador). Las muestras fueron analizadas mediante un Microscopio Electrónico de Barrido (SEM), Espectroscopía de Energía Dispersa (EDS), Espectroscopía Raman y FTIR.

El análisis estadístico probó un comportamiento normal en ambas muestras de CSs debido a que no se encontraron valores desviados al aplicar las pruebas de discordancia a los datos. De acuerdo con el análisis estadístico, fue posible rechazar la hipótesis de que las muestras provienen de la misma población, lo cual indica que el crecimiento de las esferas es diferente en la superficie del catalizador y sobre el tubo de cuarzo.

M2832 **Formación y caracterización óptica de nanopartículas bimetálicas de Ag/Pt en zafiro sintético** *Juan Pablo Cordero Santiago(borregomon@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Alejandro Crespo Sosa* (crespo@fisica.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; Jhovani Bornacelli(jhbornacelli@gmail.com), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; Alicia Oliver Gutiérez(oliver@fisica.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

Es conocido que las propiedades ópticas de nanopartículas metálicas dentro de matrices dieléctricas están fuertemente relacionadas con el tamaño y la geometría de las mismas, por lo que la caracterización y el control durante su fabricación de ellas ha sido de gran importancia durante la últimas décadas. Además, las propiedades ópticas de estos sistemas nanoestructurados se explican en términos de las llamadas resonancias del plasmón de superficie, que se puede observar fácilmente en los espectros de extinción óptica. La formación y caracterización de nanopartíículas bimetálicas, representa una mayor posibilidad de obtener propiedades ópticas deseadas, pero por otra parte, también una dificultad adicional. Mientras que la plata tiene una resonancia en la región visible del espectro, el platino la tiene en el ultravioleta,.

En este trabajo presentamos la caracterización óptica de nanopartículas de Ag/Pt formadas en el interior de sustratos de zafiro sintético ($\alpha - Al_2O_3$) por medio de la implantación de iones y tratamientos térmicos

adecuados. Se muestra que por medio de esta técnica, es posible obtener diferentes configuraciones y estructuras, las cuales a su vez, presentan propiedades ópticas variadas. Estas propiedades fueron determinadas por medio de espectroscopia de extinción óptica, así como de su fotoluminiscencia. Su caracterización se complementó con microscopía electrónica de barrido (SEM) y difracción de rayos-X (XRD). Entre los resultados más interesantes, está que las nanoparticulas con núcleo de Ag rodeadas por una coraza de Pt o en las cuales se forma una aleación, no presentan resonancia apreciable en la región visible del espectro.

Los autores agradecen a Karim López–Guzmán, Francisco Jaimes–Beristein, Mauricio Escobar-Reyes, Samuel Tehuacanero Cuapa, Diego Quiterio Vargas, Carlos Magaña, Juan-Gabriel Morales-Morales, Antonio Moreno Espino y Alejandro Herrera por su apoyo en los diferentes laboratorios de preparación y análisis de muestras. Este trabajo fue financiado principalmente por DGAPA-UNAM (IN110717)

M2101 **GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE MAÍZ (ZEA MAYS) HÍBRIDO "ALBATROS" ENVEJECIDAS Y EXPUESTAS A MWCNT Y AuNPs.** *Magdalena González Alejandre* (magonale02@gmail.com), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Vivechana Agarwal(vagarwal@uaem.mx), universidad de Delhi; Nabanita Dasgupta Schubert(nitaschubert@gmail.com), Universidad de Bombay; Miguel Martínez Trujillo(codigogenetico@gmail.com), Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional.; *Expositor.*

Uno de los mayores problemas que enfrenta nuestro mundo hoy es el cambio climático. En muchas partes del mundo, particularmente en el cinturón tropical y subtropical al que pertenece México, las temperaturas de verano han alcanzado nuevos máximos. Esto afecta negativamente la salud de los cultivos alimentarios y, por lo tanto, es motivo de grave preocupación para los humanos. El trabajo realizado en este laboratorio y en otros lugares ha demostrado que los nanomateriales tienen la capacidad de estimular la germinación y el estado nutricional de las semillas de cultivos como el maíz. Sin embargo, hasta ahora no existen datos sobre si este efecto beneficioso se extiende a las semillas afectadas por el calor. El presente trabajo se realizó con la finalidad de estudiar el efecto de nanotubos de carbono de pared múltiple (MWCNT por sus siglas en inglés) y nano partículas de oro (AuNPs por sus siglas en inglés) en el proceso de germinación de semillas de maíz (Zea mays) híbrido "Albatros" sometidas a envejecimiento acelerado por calor seco, a temperaturas que incluyen las máximas recientes del verano. Dicho efecto de NPs en semillas y plantas pudiera ser positivo o negativo dependiendo de la concentración de NPs, así como del tipo de NPs, ya sean metálicas o derivadas del carbono. El objetivo del trabajo es conocer las aplicaciones biofísicas de los MWCNT y AuNPs en el proceso de germinación de semillas de maíz. El material biológico utilizado para este experimento fue maíz hibrido "Albatros", elegido por su homogeneidad genética, buen crecimiento y elevado porcentaje de germinación. Las semillas se sometieron a tratamiento térmico a 40°C, 50°C y 60°C por 4, 3 y 2 horas, respectivamente; el blanco positivo a envejecimiento consistió en envejecer las semillas a 60 °C por 14 horas. La prueba de germinación se realizó en medio de cultivo Murashige and Skoog (MS), se incubaron en una cámara de crecimiento. Las concentraciones usadas de MWCNT y AuNPs fueron de 20 ppm y 127.29 ppm, respectivamente. Los resultados obtenidos mostraron que los MWCNT estimulan la germinación en las semillas expuestas a 60°C y sin tratamiento térmico un 44.44% y 21.03% respectivamente; y son inhibitorios en las semillas expuestas a 40°C, 50°C y blanco positivo a envejecimiento reduciendo la germinación en 6.25%, 12.5% y 22.22% respectivamente. Las AuNPs estimulan la germinación a 60°C en 27.77% y son inhibitorias a 40°C, 50°C y blanco positivo a envejecimiento en 25%, 43.75% y 78.57% respectivamente, considerando como el 100% las semillas germinadas en medio MS para cada tratamiento. El sorprendente resultado de este trabajo es que los nanomateriales, particularmente el MWCNT, son capaces de restablecer el daño causado en las semillas de maíz que enfrentaron la temperatura más severa estudiada (60°C).

M2173 **Almacenamiento de hidrógeno mediante cúmulos de B dopados con Ti: Liberación de $H_2$ controladamente con la temperatura** *Adán Rubén Rodríguez Domínguez(adnrdz@ifisica.uaslp.mx), instituto de física, universidad autónoma de san luis potosí; Peter Ludwig Rodríguez Kessler* (pkessler@ifsica.uaslp.mx), Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Chile; Álvaro Muñoz-Castro(alvaro.munoz@uautonoma.cl), Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Chile; *Expositor.*

En este trabajo identificamos las estructuras de los cúmulos de boro dopados con titanio $TiB_n$, y posteriormente investigamos sus propiedades de almacenamiento de hidrógeno, mediante el uso de un método de deposición secuencial. Los resultados muestran que los cúmulos de $TiB_n$ (n = 7 - 9) poseen la capacidad de almacenar hasta cuatro moléculas de $H_2$, alcanzando una fracción de masa del 6,13 %. Además, la temperatura de liberación de hidrógeno se analiza mediante la dinámica molecular de temperatura variable. Resulta que el $TiB_7$ y $TiB_9$ liberan las moléculas de $H_2$ a temperaturas relativamente bajas (de 300 a 500 K), mientras que el $TiB_8$ requiere una temperatura más alta debido a interacciones más fuertes con las moléculas de $H_2$, confirmado por el análisis de la densidad de estados.

M2654 **Transmisión mejorada de luz en depósitos metálicos cerca del límite de percolación.** *Estefanía*

*Castañeda De La Vega* (delavega.estefi@gmail.com), Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa; Luis Guillermo Mendoza Luna(luisgml@xanum.uam.mx), Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa Cátedra CONACYT; Cesar Augusto Guarin(cesarguarin@xanum.uam.mx), Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa Cátedra CONACYT; Eva Mayra Rojas Ruiz(mayextra@hotmail.com), Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa; Emanuel Haro Poniatowski(haro@xanum.uam.mx), Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa; José Luis Hernández Pozos(jlhp@xanum.uam.mx), Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa; *Expositor.*

A principios de este siglo se descubrió que una capa delgada metálica con orificios espaciados regularmente (o bien islas en un acomodo periódico) permiten transmitir, a ciertas longitudes de onda, una mayor intensidad de luz que la que predice la teoría de difracción. El aumento en la transmisión de luz puede ser incluso de varios órdenes de magnitud. A este fenómeno se le conoce como Transmisión Extraordinaria de Luz (TOL) y aunque los detalles del mismo dependen de las características específicas de cada muestra, la generación de plasmones y el consecuente transporte y transmisión de energía debido a éstos es la característica común de TOL. En este trabajo reportamos el aumento en la transmisión de luz -transmisión mejorada de luz (TML)- en depósitos de nanopartículas metálicas creadas por ablación láser en oro, plata y cobre. Debido a la técnica de crecimiento, las películas crecen formando nano-islas depositadas de manera irregular en el sustrato y aunque, evidentemente, no son arreglos regulares, presentan aumento en la transmisión de luz. Aunque la eficiencia de transmisión es menor que en TOL, nuestras muestras son mas sencillas de fabricar. Además, variando la cantidad de material depositado hay cierto control en la posición y ancho del máximo de transmisión. Al igual que los dispositivos hechos para aprovechar TOL, nuestra técnica también podría ser usada para fabricar sensores a cambios de índice de refracción del medio en el cual están inmersas las capas metálicas.

M2329 **Dopamiento del $Au_{22}(SR)_{17}$ cluster con dos átomos de plata: Efecto de los ligandos en sus propiedades estructurales y vibracionales.** *Kevin Alan Galvan Ramirez* (phykev.gara@gmail.com), Universidad Autónoma de Nuevo León; Alfredo Tlahuice Flores(tlahuicef@gmail.com), Universidad Autónoma de Nuevo León; *Expositor.*

En este trabajo se estudia mediante la Teoría del Funcional de Densidad (DFT) del cúmulo $Au_{22}S_{17}$. Se pone especial cuidado al efecto del dopamiento y de los ligandos en las propiedades estructurales y vibracionales. Se dopa la estructura con 1 y 2 átomos de Ag en distintas posiciones y se determinan los isómeros de menor energía. Además utilizando–$Sh$, $-CH_3$ y $-Ph$ como ligandos se tiene mayor/menor distorsión con respecto a cuando se usar $-Sh$ como ligando. En especial, cuando se usa $-Ph$ como ligando los picos de IR/rman son más intensos y esto se puede correlacionar con respecto a la distorsión observada

M2491 **Nuevo alótropo bidimensional de nitruro de carbono con estequiometria 1:1 presentando estructuras tipo picos: Un estudio estructural y electrónico DFT-D** *Rodolfo González González* (rodolfo.gonzalezgnzl@uanl.edu.mx), Universidad Autónoma de Nuevo León; María Guadalupe Salas Zepeda(mariasalaszpd@gmail.com), Universidad Autónoma de Nuevo León; Alfredo Tlahuice Flores(tlahuicef@gmail.com), Universidad Autónoma de Nuevo León; *Expositor.*

Se presenta la predicción de un nuevo alótropo de nitruro de carbono bidimensional con estequiometría 1:1. Los cálculos se llevaron a cabo bajo condiciones de presión y temperatura ambiente (1 atm, 300K) para probar su estabilidad dinámica (fonones) y térmica. La nueva estructura contiene anillos pentagonales (c-C3N2) ligados por átomos de nitrógeno y separados por agujeros, mientras átomos de carbono tipo sp3 están enlazados a grupos isociano (C N-) proyectados hacia afuera de la superficie parecidos a formaciones tipo picos. La estructura predicha tiene un band gap indirecto calculado de aproximadamente de 2.78 eV (aproximación híbrida HSE06), que esta en el rango de la luz visible, y esto podría incrementar su uso en el campo de la fotocatálisis.

M2257 **Parámetros ópticos no lineales de tercer orden en función de la intensidad del láser en películas amorfas y mesoestructuradas de SiO2/AzM** *Mariel Rivera Brown(marielivone@gmail.com), Departamento de Estado Sólido, Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México Ciudad de México, 04510 México; Gerardo Salas Gamez(gerardo.s.gamez@gmail.com), Departamento de Estado Sólido, Instituto de Física, UNAM Universidad Nacional Autónoma de México Ciudad de México, 04510 México; Franklin Mendez Mendez(frankmendez.mz@gmail.com), Departamento de Estado Sólido, Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México Ciudad de México, 04510 México; Jorge Alfonso Garcia Macedo* (gamaj@fisica.unam.mx), Departamento de Estado Sólido, Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México Ciudad de México, 04510 México; *Expositor.*

El estudio de las propiedades ópticas no lineales de los materiales se hizo posible a partir del desarrollo del láser en 1960. Pero no fue sino hasta 1989 en que Sheik Bahae y E. W. Van Stryland desarrollaron la teoría y técnica de Z-scan, en que se pudieron estudiar la absorción óptica y el índice de refracción no lineales de los materiales. En este trabajo determinamos estos parámetros en películas amorfas y mesoestrucutradas de SiO2 conteniendo el colorante Azul de Metileno, en función de la intensidad

del láser de excitación. Para ambas muestras, el índice de refracción es positivo y desciende hacia cero cuando la intensidad del láser aumenta, aunque con diferentes intensidades y velocidades para cada muestra. En tanto que el coeficiente de absorción óptica de tercer orden es positivo para la muestra amorfa y negativo para la mesoestructurada, acercándose a cero conforme aumenta la intensidad del láser. Todo esto indica que la presencia de la mesoestructura cambia las propiedades de las películas, permitiendo otra forma de control de ellas.

M2102 **Nanotubos de carbono de pared múltiple en la fitorremediación de suelo contaminado con Cobre (II)** *Iris Eunice Serrato Mireles* (irissum123@gmail.com), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; María Alcalá De Jesús(tupuri12@hotmail.com), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Julio Adrián Gómez Villa(moby108@gmail.com), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Ariel Jafeht Hernández Delgado(arieljafehth@outlook.com), Universidad Tecnológica de Morelia; Nabanita Dasgupta Schubert(nitaschubert@gmail.com), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.*

Existen varios contaminantes de suelo, entre ellos el Cu(II), un metal pesado (MP) presente en el medio ambiente y es esencial para diversas funciones de los organismos vivos, pero en altas concentraciones ejerce toxicidad. El problema de contaminación en suelo por Cu(II) es de origen antropogénico, principalmente, el uso excesivo de fungicidas. Ante esta problemática, una alternativa es la fitorremediación; que emplea plantas hiperacumuladoras de metal (HAM) como mostaza de la India, su nombre científico Brassica juncea. Así como el uso de nanotubos de carbono multipared (NTCPM), que por sus propiedades mecano eléctricas, redox y catalíticas, posiblemente pueden aumentar la biodisponibilidad del Cu(II) para ser captado por las raíces de B. juncea y trasladado a la parte aérea, o movilizado por el exceso de agua en el suelo y con esto puede permitir mejoras en la fitorremediación. El objetivo de esta investigación fue mejorar la fitorremediación de suelo contaminado con Cu(II) con el uso de NTCPM. Para esto se utilizó Brassica juncea, suelo franco con 20 mg.kg-1 de NTCPM y contaminado con Cu(II) en concentraciones de 0, 100, 1000 y 10000 mg.kg-1; en un ambiente controlado. Para el análisis de la concentración de Cu(II) captado en los tejidos de raíz y parte aérea de B. juncea durante 4 semanas se determinó por espectrometría de fluorescencia de rayos X de reflexión total. Los resultados mostraron que el uso de NTCPM aumenta la capacidad de fitoextracción de Cu(II), además de brindar protección a B. juncea en niveles altos de contaminación.

M1899 **Síntesis de películas delgadas de $W_{1-x}O_x$ por sputtering, y caracterización para aplicaciones fotovoltaicas.** *Ricardo Yael Díaz Bonifaz* (rdiazbnfz@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias Universidad Nacional Autónoma de México; Guillermo Alejandro Pérez Lobato(guilleme@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias Universidad Nacional Autónoma de México; Enrique Lopez Moreno(elmlix@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias Universidad Nacional Autónoma de México; Víctor Manuel Velázquez Aguilar(vicvela@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias Universidad Nacional Autónoma de México; Alejandro Esparza García(alejandro.esparza@icat.unam.mx), Laboratorio de Películas Delgadas, Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

Las películas delgadas metálicas tienen aplicaciones tecnológicas diversas e importantes como sensores, microchips, o generación de energía en paneles fotovoltaicos. Para éste último uso, se requieren materiales conductores transparentes. Buscando esto, se sintetizaron 9 películas delgadas de $W_{1-x}O_x$ utilizando el método de sputtering, variando el flujo de oxígeno durante síntesis en las cantidades: $O_2 = 0, 1.5, 3.0, 4.5, 6.2, 6.6, 7.0, 7.3, 7.6 \pm 0.1CCM$ con depósitos de $t = 999 \pm 1s$. Se midió su espesor mediante perfilometría, la resistividad con el método de cuatro puntas, y la transmitancia óptica utilizando un espectrómetro de luz visible y luz solar como fuente. Se observó que las tres características medidas crecieron al aumentar la cantidad de oxígeno. El espesor creció linealmente con la cantidad de oxígeno, midiendo espesores entre $0.9371 \pm 0.0025\mu m$ y $2.0121 \pm 0.0025\mu m$. Por otro lado, se encontraron 3 diferentes diferentes regímenes de conductividad y transmitancia delimitados por cambios drásticos en el orden de magnitud, cambiando alrededor de $6.8 \pm 0.2CCMO_2$. Sin embargo, la resistividad aumenta de $10^{-2}\Omega m^{-1}$ a $10^{2}\Omega m^{-1}$ entre 4.5 y $6.2CCMO_2$, mientras que la transmitancia se mantiene estable alrededor del 10% en estos dos flujos de $O_2$, y sólo aumenta al 36% con $6.6CCMO_2$. Por lo tanto, ésta combinación de técnica y material sólo sería óptima para una aplicación con $\rho \approx 10^{1}\Omega m^{-1}$ y $T \leq 30\%$. Se propone investigar otros materiales y combinaciones de varios materiales con estructura para obtener mejores resultados. También se podría continuar con la caracterización de las películas obtenidas mediante microscopía (óptica, de fuerza atómica, electrónica), y XRD.

M2725 **Efecto del dopaje con B, Al y Ga en las propiedades electrónicas de siligeno: un estudio de DFT** *Brandom Jhoseph Cid Lobaco* (brandomjcid@hotmail.com), Instituto Politécnico Nacional; Akari Narayama Sosa(asosacamposeco@gmail.com), Instituto Politécnico Nacional; Isabel Iturrios Santos(miturrios60@yahoo.com.mx), Instituto Politécnico Nacional; Álvaro Miranda Durán(amirandad.ipn@gmail.com), Instituto Politécnico Nacional; Luis Antonio Pérez(lperez@fisica.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Miguel Curz*

*Irisson(irisson.ipn@gmail.com), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*
Las modificaciones físicas y químicas en nanoestructuras de dos dimensiones (2D) se han estudiado recientemente, para mejorar la reactividad superficial con átomos y moléculas, esto ha motivado el estudio de nanoestructuras dopadas que podrían ser de vital importancia para el desarrollo de nuevos materiales. Por esta razón, se ha investigado teóricamente el dopaje con átomos de B, Al y Ga, en una monocapa de siligeno, modelando una supercelda de 4×4. Se realizaron cálculos a primeros principios basados en la teoría del funcional de la densidad. Las energías de enlace indican que los átomos de Al y Ga interaccionan fuertemente con los átomos de Ge, mientras que el átomo de B interacciona fuertemente con los átomos de Si. Para una estabilidad energética de las monocapas dopadas, la energía de enlace del dopaje sustitucional debe ser positiva y lo más grande posible (reacción exotérmica), por lo que facilita el enlace. Finalmente, los parámetros geométricos, energías de enlace, densidad de estados, estructura de bandas electrónicas y densidad de carga son reportados. Los resultados sugieren que las nuevas modificaciones químicas como el dopaje, pueden ser usadas para modificar las propiedades electrónicas y energéticas del siligeno. Por lo tanto, las monocapas 2D se convierten en plataformas atractivas para diversas aplicaciones como sensores, catálisis, espintrónica y almacenamiento de energía.

M2571 **Propiedades físicas de monocapas de carburo de estaño (SnC) pasivadas con hidrógeno** *Alma Lorena Marcos Viquez* (almalorenamarcos@gmail.com), Instituto Politécnico Nacional; Marbella Calvino Gallardo(mcalvino@ipn.mx), Instituto Politécnico Nacional; Miguel Cruz Irisson(irisson.ipn@gmail.com), Instituto Politécnico Nacional; Luis Antonio Pérez López(lperez@fisica.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*
Estudios previos demuestran que las monocapas de carburo de estaño (SnC) con estructura panal de abeja son estables. Además, junto con otras monocapas de carburo, la monocapa SnC se ha propuesto como un fotocatalizador potencial para la filtración de agua, a pesar de que su brecha indirecta dificultaría su rendimiento catalítico. La pasivación de hidrógeno a la superficie podría conducir a una transición de brecha indirecta-directa. En este trabajo, estudiamos las constantes elásticas y las propiedades electrónicas y fonónicas de monocapas de carburo de estaño pasivadas con átomos de hidrogeno, así como monocapas de carburo de estaño prístino por medio de cálculos de la teoría funcional de la densidad (DFT) a través del código SIESTA. Proponemos dos esquemas de hidrogenación: en el primero de estos, todos los átomos de hidrógeno están sobre la misma cara superficial de la monocapa, en el segundo esquema, los átomos de hidrógeno se encuentran alternativamente en cada cara superficial. Se estudia también, la estabilidad relativa de ambos esquemas y la naturaleza de las brechas de energía.
Agradecimientos: Agradecemos el apoyo de UNAM-PAPIIT IN109320. Los cálculos fueron llevados a cabo en la súper computadora Miztli de DGTIC-UNAM (Proyecto LANCAD-UNAM-DGTIC-180). A.L.M.V. agradece a CONACyT y a BEIFI-IPN por la beca escolar.

M2581 **Estudio de la relación forma-energía de cúmulos metálicos gemelares** *Jose Manuel Cabrera Trujillo(mcabrera58@gmail.com), Universidad Autonoma de San Luis Potosi; Juan Martin Montejano Carrizales* (jmmc@ifisica.uaslp.mx), Universidad Autonoma de San Luis Potosi; *Expositor.*
El desarrollo de técnicas poderosas, como el método fase-solución, para preparar monocristales metálicos con la calidad, cantidad y la reproducibilidad apropiadas para su estudio, ha propiciado avances significativos en el estudio de las relaciones propiedad-forma de los cúmulos atómicos. La sinergia entre arreglos atómicos con patrones geométricos gemelares y los arreglos cristalinos en un cúmulo dado, ha sido de gran interés en la física a escala de los nanómetros, y también en la física aplicada ó de ingenierías, por sus aplicaciones tecnológicas en catálisis, por ejemplo. De las estructuras gemelares más estudiadas destacan las que tienen la forma de icosaedro o decaedro, principalmente. En cuanto a la física, la parte energética de estos sistemas es de interés fundamental y consecuentemente una de las propiedades más estudiadas. En este trabajo, se presentan y discuten resultados de las propiedades energético-estructurales de cúmulos metálicos gemelares con las formas ya mencionadas de icosaedros y decaedros, incluyendo aquellas estructuras con reentradas de Marks o Chui. Los resultados se obtuvieron usando el método de la simulacion de la dinámica molecular y modelos de potencial semi-empíricos para metales nobles. Las conclusiones preliminares de la investigacion se presentan en base al análisis de resultados con el método para identificar las morfologías de cúmulos atómicos, ”amorphicity index method”, introducido recientemente por nosotros[1]
[1] Amorphicity and structural changes in binary clusters, J. M. Cabrera-Trujillo, J. M. Montejano-Carrizales, and César G. Galván, Eur. Phys. J. B 92, 237 (2019).

M2408 **Interacción de los iones del $Cd^{2+}$ y $Se^{2-}$ bajo el efecto de la temperatura durante la formación del CdSe nanoestructurado.** *Rocio González Díaz* (rax_gd@hotmail.com), Universidad Autónoma del Estado de México; Alan Amaury Zepahua Santillán(alan_enero@hotmail.com), Universidad Autónoma del Estado de México; Daniela Fernández Sánchez(dani.181097@hotmail.com), Universidad Autónoma del Estado de México; Gabriela Sánchez Legorreta(g.sanchez.legorreta@gmail.com), Universidad Autónoma del Estado de*

*México; Angélica Jiménez Rosales(kursoacademico@gmail.com), Universidad Tecnológica de Zinacantepec; Porfirio Domingo Rosendo Francisco(rosendop@uaemex.mx), Universidad Autónoma del Estado de México; *Expositor.*
En el proceso de la síntesis de nanopartículas usando la técnica coloidal, la variación de la temperatura permite modificar la morfología y las propiedades físicas de los nanomateriales. En este trabajo se da a conocer los primeros resultados de los efectos de la temperatura durante la interacción de los iones de $Cd^{2+}$ y $Se^{2-}$ en el proceso de síntesis de las nanopartículas de CdSe, usando un pH=8 y pH=12, a una temperatura de 150°C en parrilla y 49°C en solución. Las muestras se caracterizaron usando Microscopia de Tunelamiento (STM), las micrografías revelan tamaños aproximados de partículas de 4.97 nm de diámetro menor (dm) y 7.18 nm de diámetro mayor (DM) para la muestra con pH=8 y para las nanopartículas con pH=12, tamaños de 3.21 nm en dm y 4.33 nm en DM; y con Microscopia Electrónica de Barrido, se identificó la formación de prismas irregulares con longitudes menores a 6 nm y un grosor menor a 2 nm, para ambos valores de pH.

M1936 **Películas delgadas de base óxidos semiconductores (ZnO, NiO) y metal noble (Pt) para su aplicación en sensores de gas ($CO_2$) de baja temperatura.** *Diana Aracely Vazquez Vargas* (diana.vazquez@cimav.edu.mx), Centro de Investigación en Materiales Avanzados.; Patricia Amézaga Madrid(patricia.amezaga@cimav.edu.mx), Centro de Investigación en Materiales Avanzados.; José Andrés Matutes Aquino(jose.matutes@cimav.edu.mx), Universidad Lomonosov; Mario Miki Yoshida(mario.miki@cimav.edu.mx), Institut National Polytechnique de Grenoble Francia; Maria Elena Montero Cabrera(elena.montero@cimav.edu.mx), Instituto Unificado de Investigaciones Nucleares, Rusia; *Expositor.*
El presente trabajo reporta la síntesis y caracterización de películas delgadas mono y multi-capa de base ZnO y NiO adicionadas con partículas metálicas de Pt. Las películas fueron obtenidas por medio de la técnica físico-química de depósito químico de vapor asistido por aerosol (AACVD), sobre sustratos de vidrio de bosorilicato. Las soluciones precursoras se obtuvieron a partir de las sales de $(CH_3CO_2)_2$ Zn, $Ni(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ y $Pt(C_5H_7O_2)_2$, para las muestras de ZnO, NiO y Pt, respectivamente, empleando concentraciones de 0.1 $mol \cdot dm^{-3}$ para ZnO y NiO, y 0.0001 $mol \cdot dm^{-3}$ para Pt. La caracterización microestructural se llevó a cabo por medio de MEB, MET y DRX, mientras que las propiedades ópticas y de sensado fueron analizadas por medio de espectroscopía UV-Vis-NIR y cámara Linkam. EL gas de referencia fue aire seco, mientras que el gas de prueba fue $CO_2$, a una concentración de 10,000 ppm. Se compararon las propiedades de sensado de las muestras al ser irradiadas con luz UVA durante la medición y sin la irradiación, se obtuvieron valores de sensibilidad de hasta el 9%, mientras que los tiempos de respuesta y recuperación oscilaron entre los 8 y 9 min, respectivamente.

M1943 **Temporal evolution of optical absorption in tungsten nanoparticles synthesized by laser ablation** *Daniel Eduardo Monjaras Jimenez* (daniel.monjaras@uabc.edu.mx), Universidad Autónoma de Baja California; Santiago Camacho López(camachol@cicese.mx), Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada; Luis Felipe Devia Cruz(lfdevia7@gmail.com), Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada; Giselle García Morales(giselle.garcia.morales@uabc.edu.mx), Universidad Autónoma de Baja California; *Expositor.*
In this work, we report the synthesis of tungsten (W) nanoparticles (NPs) by the laser ablation of solids in liquids (LASL) technique. Nanosecond laser pulses (532nm) of fixed fluence were used for the synthesis. We analyze the optical absorption of the colloidal suspension of NPs in distilled water via UV-VIS measurements in the spectral range of 190 and 1100 nm, the measurements were taken one week, one month, and finally one month a half after the synthesis. Particularly, we focused on the temporal evolution of the core-shell structure of the NPs. From our optical studies, we found a band region that emerges centered at 260 nm related to the WOx shell formed on the W core which results from the reaction of hot W plasma with water. This absorption band represents the growth time of the shell around the W NPs. We observed that longer time of laser irradiation on the W target, the colloidal suspension increases its absorbance, e.i. the NPs concentration goes up. Material characterization was performed by Transmission Electron Microscopy (TEM) to confirm the core-shell structure of the obtained NPs. There are very few papers that report the synthesis of W NPs by using the LASL technique and they lack the explanation for the evolution of the colloidal suspension absorption.

M2023 **EVOLUTION OF NONLINEAR PROPERTIES OF SILVER NANOPARTICLES WITH THEIR SHAPE CHANGE** *Orlando Ortiz Jimenez* (o.ortiz@ugto.mx), Universidad de Guanajuato; Mónica Trejo Durán(mtrejo@ugto.mx), Universidad Nacional Autonoma de México; Edgar Alejandro Ferreira Domínguez(ea.ferreiradominguez@ugto.mx), Universidad Autonoma de Nuevo León; Edgar Alvarado Méndez(ealvarad@ugto.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica.; Esús Eduardo Castellanos Aguila(je.castellanos@ugto.mx), Benemerita Universidad Autonoma de Puebla; *Expositor.*
Silver nanoparticles (AgNPS) are synthesized, suspend in water and photoconverted with a green laser. The nonlinearity optical properties are investigated using (by

means of) a Z-scan technique with a continuous laser at 532 nm. The AgNPS were synthesized through a chemical reduction of silver nitrate, which was stabilized with sodium citrate. Initially the AgNPS have a sphere-like shape; photoconversion was perform with a 532nm laser and the addition of silver nitrate to the AgNPS solution, the process evolution was monitored with an UV-VIS spectrometer. The UV-VIS results showed how the photoconversion benefits the addition of silver nitrate, as silver nitrate increases drastic photoconversion occurred, besides Z-scan exhibit how the morphology change increases the nonlinear optical response.

M2252 **Arrastre de herbicida 2,4-D en agua usando nanotubos de carbono (6,5)** *André Fabián Castellanos Aldama* (acastellanosaldama@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Minerva González Melchor(minerva@ifuap.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*

La limpieza y saneamiento de aguas contaminadas es de interés fundamental para la salud de la población. Actualmente el control y ensamblado de la materia a escala nanométrica permite explorar el uso de nanopartículas y nanotubos en la remoción y transporte de moléculas. En particular, el uso de nanotubos de carbono es una tecnología que se ha investigado para múltiples usos industriales, químicos, de entrega selectiva de fármacos, etc. Para potenciar estas aplicaciones se han realizado estudios experimentales con nanotubos de carbono de una pared (SWCNT) con el objetivo de remover partículas contaminantes de agua. La estructura de un SWCNT es descrita de manera unívoca por un par de índices, generalmente denotados como (n,m). En este trabajo se presentan resultados de simulación molecular del sistema compuesto por un SWCNT(6,5) en agua en presencia de moléculas de ácido diclorofenoxiacético, un herbicida de amplio uso que denotaremos como 2,4-D. El estudio se realiza a varias temperaturas a 1 bar de presión. Realizamos el análisis de las propiedades calculadas y una comparación cualitativa con resultados experimentales, dado que existen estudios experimentales del sistema.

M2289 **Efecto de la carga en las propiedades estructurales y vibracionales del** $Au_{60}$ *Jimena Magdalena Jacobo Fernández* (jimena.jacobofe@uanl.edu.mx), Universidad Autónoma de Nuevo León; Alfredo Tlahuice Flores(tlahuicef@gmail.com), Universidad Autónoma de Nuevo León; *Expositor.*

La obtención de estructuras metálicas con alta simetría a escalas nanométricas es altamente deseada por sus propiedades físicas y químicas que nos permitirá entender mejor el comportamiento de los enlaces metálicos, de los elementos constituyentes y de sus futuras aplicaciones; por ejemplo, el autoensamblaje, distribución de medicamentos y terapia médica, reconocimiento y electrónica moleculares y catálisis. En este estudio determinamos las diferencias estructurales y vibracionales que presenta el $Au_{60}$ con diferentes cargas eléctricas que van desde una carga de +1, pasando por una neutra y finalmente una de -2. Del análisis de estas estructuras podemos notar las similitudes que presentan dos estructuras a pesar de su diferencia en la carga eléctrica. Además se caracterizaron las estructuras mediante un cálculo vibracional y sus espectros IR/Raman muestran características que permiten distinguirlos. Estructuralmente determinamos que una estructura posee triángulos (siendo la más simétrica), mientras que las otras dos poseen una parte compacta donde tetraedros y octaedros distorsionados pueden explicar su distribución atómica.

M2405 **Estudio sistemático de sus propiedades mecánicas y adherencias de aceites de una matriz de cemento polimérico con micro y/o nanopartículas de magnetita como material de refuerzo** *Dulce Magdalena Villanueva Raya(dvillanuevaraya@gmail.com), Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico Superior de Irapuato; Gerardo Enrique Béjar Barrientos(bejarjr@gmail.com), Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico Superior de Irapuato; Bernabe Rebollo Plata(berebollo@itesi.edu.mx), Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico Superior de Irapuato; Azdrubal Guerrero Serrano(azdlobo@gmail.com), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Área Académica de Ciencias de la Tierra y Material, Mexico.; Javier Gustavo Cabal Velarde* (javier.cabal.velarde@gmail.com), Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico Superior de Irapuato; *Expositor.*

En este trabajo reportamos la caracterización mecánica y adherencias de aceites de un compósito magnético de micro y/o nanopartículas de magnetita incrustadas en una matriz de cemento polimérico y sustancias oleofílicas. Las nanopartículas sintetizadas por la técnica coprecipitación se caracterizaron mediante microscopía electrónica de barrido y difracción de rayos X, mientas que la caracterización mecánica y de adherencia de aceites de la matriz de cemento polimérico magnético por microscopía óptica. Por otro lado, las muestras obtenidas fueron sometidas a pruebas de esfuerzo mecánico y compresión. Se han agregado micro y nanopartículas de magnetita a las muestras como material de refuerzo, como resultado obtenido en estas caracterizaciones es que algunas muestras presentan diferentes propiedades, como la flexibilidad, dureza, adhesión, entre otros, ya sea en toda la muestra o solo en las superficies, así como el tamaño de partícula tiene un gran efecto sobre las propiedades mecánicas del cemento polimérico magnético. Posibles aplicaciones pueden varias entre ellas en telecomunicaciones como un actuador eléctrico para ruido electromagnético y como elemento en un circuito electromagnético, entre otras aplicaciones como

la separación magnética de sustancias oleofílicas y metales pesados.

M2441 **Síntesis de nanofibras de ZnO por medio del método de electrospinning** *Mauricio Sauzameda González* (a311107@uach.mx), Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario No. 90; Martha Teresita Ochoa Lara(martha.ochoa@cimav.edu.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Daniel Espinobarro Velázquez(despinobarro@uach.mx), Universidad de Manchester; *Expositor.*
Se sintetizaron nanofibras de óxido de zinc por medio del método de electrospinning, buscando determinar las características idóneas que deben cumplirse para su fabricación desde la preparación de los precursores. Se presenta además la caracterización con rayos x y TEM de las nanofibras obtenidas con sus respectivas propiedades por medio de equipo especializado.

M2533 **Efecto de los ligandos en la absorción de $NO_2$ sobre la porfirina** *Alfredo Tlahuice Flores(tlahuicef@gmail.com), Universidad Autónoma de Nuevo León; Luis Antonio Rojas Acosta* (rojasacostaluisantonio@gmail.com), Universidad Autónoma de Nuevo León; *Expositor.*
In this study, the potential applications of Porphyrin-Ruthenium complexes as gas sensors at room temperature are addressed. It is analyzed the modification of their related structures, with an emphasis on the displayed bonding, adsorption energies, and vibrational properties. We showed using the ORCA's geometric optimization that Porphyrin-Ruthenium (Por(Ru)) is able to absorb CO and NO with an absorption energy of -2.95eV and -2.04eV respectively. However, it is not able to absorb $NO_2$. To solve this, it is proposed the modification of the Por(Ru) ligands. In this case, we added four new ligands (phenyls) and we analyze the Tetraphenylporphyrin-Ruthenium (Ru(TPP)), which is able to absorb $NO_2$ with an absorption energy of -1.11eV. Further, we analyze the contributions of CO-OH and $NH_2$ groups interacting with phenyls. It is presented the assignment of their IR/Raman signals is carried out in order to facilitate their experimental detection. Finally we discuss the change of Porphyrin-Ruthenium complexes HUMO-LUMO gap when a gas is absorbed.

M2572 **Fabricación de nanopartículas de Au sobre ZnO por irradiación láser** *Sebastián Negrete Aragón* (sebastian.negrete@ciencias.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Citlali Sánchez Aké(citlali.sanchez@icat.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Josafat Alonso Segura Zavala(jasz_qa@hotmail.com), Universidad Nacional Autónoma de México; Diana Maricela García Luna(nanis2219@gmail.com), Universidad Nacional Autónoma de México; Osmary Depablos Rivera(osmary.depablos@icat.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Mayo Villagrán Muniz(mayo.villagran@icat.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*
La irradiación láser de películas delgadas metálicas es un método físico utilizado para la producción de nanopartículas metálicas. Tiene como principal ventaja respecto a las técnicas químicas, el alto grado de pureza de las nanopartículas resultantes al no requerir el uso de precursores químicos. Además, las nanopartículas pueden permanecer adheridas a substratos sólidos. Esto la hace una opción atractiva para la generación de arreglos de nanopartículas de metales nobles sobre semiconductores para su aplicación en fotocatálisis y sensores de gas. La formación de las nanopartículas por este método se ha explicado por medio de la fusión de la película, seguida de una ruptura de ésta debido al dewetting espinodal que se favorece por una pobre adherencia entre la fase líquida del metal y el substrato. En este trabajo se presenta un protocolo para fabricar nanopartículas de Au sobre una película delgada de ZnO, sin dañar esta capa inferior. Se irradiaron sistemas bicapas de película de Au sobre película de ZnO. Las capas de Au, con espesores de 9±1 nm y 17±1 nm, fueron crecidas sobre una capa de ZnO de 67±9 nm de espesor, ambas depositadas por pulverización catódica. La emisión de 248 nm utilizada proviene de un láser de excímero y se adecuó para que presentase un perfil de energía plano (tipo top-hat) por medio de un homogeneizador. Las irradiaciones se caracterizaron por medio de espectroscopía UV-Vis-NIR y microscopía electrónica de barrido. Encontramos que con energías del haz de entre 9 y 14 mJ se producen nanopartículas esféricas de Au independiente del espesor de etsa película. Para el mayor espesor adicionalmente aparecieron nanoestructuras del orden de decenas de nm. Se observó que la capa de ZnO sufre daños como agrietamientos y fisuras para energías mayores a 10 mJ. Nuestros resultados demuestran la capacidad de producir nanopartículas esféricas de tamaños entre los 50 y 100 nm sin dañar el substrato. Palabras clave: irradiación láser, nanopartículas de Au, películas delgadas de ZnO

M2582 **Análisis en la generación de las especies reactivas de oxígeno a través de la interacción entre radiación secundaria del sistema compuesto (cisplatino y nanopartícula de sílice) y el agua intracelular** *Guadalupe López Laurrabaquio(scitecgllapril@yahoo.com.mx), Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares; Hilarión Simón Cruz Galindo(simon.cruz@inin.gob.mx), Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares; Mario Moranchel Y Rodriguez(mmoranchel1508@gmail.com), Instituto Politecnico Nacional; Juan Martin Montejano Carrizales* (jmmc@ifisica.uaslp.mx), Universidad Autonoma de San Luis Potosi; Jorge Naoki Domínguez Kondo(near_aeon910@hotmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*

Mediante simulaciones computacionales de Monte Carlo (el código TOPAS) se analizará la generación de las especies reactivas de oxígeno al aplicar radiación externa con electrones de energías de 3 a 5 keV al sistema físico: sistema compuesto y el agua intracelular. Este estudio de la generación de las especies reactivas se enfocó exclusivamente a la interacción entre la radiación secundaria del sistema compuesto y el agua intracelular. Esta radiación secundaria se origina en el átomo de platino y en los oxígenos (del sistema compuesto), siendo mayor la influencia la relativa al platino; la cual consiste principalmente de electrones denominados Auger. En este trabajo solo se considera la influencia de estos electrones ionizantes en el agua intracelular, dando lugar a la generación de las especies reactivas de oxígeno. Además, no se tomó en cuenta la interacción entre la superficie de la nanopartícula y el cisplatino.

M2550 **Estimación de los coeficientes efectivos de difusión durante la formación de las capas épsilon y gamma en una muestra de fierro puro sujeta a nitruración gaseosa** *Francisco Castillo Aranguren(francast@tec.mx), Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey; Joaquin Esteban Oseguera Peña(joseguer@tec.mx), Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey; José Antonio Otero Hernández(j.a.otero@tec.mx), Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey; Rubén Darío Santiago Acosta(ruben.dario@tec.mx), Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey; Dulce Melo Máximo(virimelo@tec.mx), Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey; Ernesto Manuel Hernández Cooper* (emcooper@tec.mx), Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey; *Expositor.*

La medición experimental de la dinámica de las capas $\epsilon$ y $\gamma$ durante la nitruración gaseosa de una muestra de fierro puro, ha sido utilizada para obtener los coeficientes de difusión del nitrógeno a través de un balance de masa en cada capa, originalmente propuesto por Somers et. al. En este trabajo se muestra que las ecuaciones de movimiento para cada capa, originalmente propuestas por Somers y posteriormente utilizadas por otros autores, no satisfacen el balance de masa total en la muestra, llevando a la creación o aniquilación de masa durante la dinámica del crecimiento de las capas. En este trabajo se obtienen ecuaciones de movimiento, basadas en un balance de masa en cada capa y donde se muestra que la masa acumulada de Nitrógeno en la muestra es exactamente igual a la cantidad de Nitrógeno que entra en la superficie del sustrato durante el tiempo de nitruración. El balance de masa propuesto, produce una ecuación integro-diferencial para cada capa y para la zona de difusión, a partir de las cuales se pueden mostrar las inconsistencias en las ecuaciones de movimiento propuestas por otros autores. Finalmente, ajustando las soluciones obtenidas del modelo propuesto a los resultados experimentales, se obtienen valores propuestos de los coeficientes de difusión en cada capa y en la zona de difusión a distintas temperaturas de Nitruración.

M2615 **Cambios de polarización inducidos por gradientes de deformación en una película delgada de $Bi_{0.9}Ba_{0.1}Fe_{0.94}Ta_{0.05}Cr_{0.01}O_3$** *Adriana Garduño Medina* (adriss.gm@gmail.com), Instituto de Física "Ing. Luis Rivera Terrazas" de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Edgar Enrique Camps Carvajal(eecamps2@hotmail.com), Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares; Francisco Javier Flores Ruiz(fflores@ifuap.buap.mx), Instituto de Física "Ing. Luis Rivera Terrazas" de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Valentín García Vázquez(lema@ifuap.buap.mx), Instituto de Física "Ing. Luis Rivera Terrazas" de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Osmany García Zaldivar(osmany.garcia@gmail.com), Facultad de Física de la Universidad de la Habana; Daniele Passeri(daniele.passeri@uniroma1.it), Departamento de Ciencia Básica y Aplicada para la Ingeniería de la Universidad de Roma "La Sapienza"; Felipe Pérez Rodríguez(fperez@ifuap.buap.mx), Instituto de Física "Ing. Luis Rivera Terrazas" de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Marco Antonio Vázquez Delgado(vazquez.201144507@gmail.com), Instituto de Física "Ing. Luis Rivera Terrazas" de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*

Con un Microscopio de Fuerza Atómica (AFM) se llevó a cabo un experimento para evaluar los efectos producidos por gradientes de deformación en la polarización de una película delgada con estequiometría $Bi_{0.9}Ba_{0.1}Fe_{0.94}Ta_{0.05}Cr_{0.01}O_3$ (BBFTCO). La película con espesor de decenas de nanómetros fue depositada por ablación láser. Los resultados de difracción de rayos X indican que tiene la misma estructura que el material multiferroico $BiFeO_3$. Mediante técnicas de AFM se estudiaron sus propiedades piezoeléctricas y magnéticas a escala nanométrica. A partir de los resultados obtenidos se puede deducir que el material de la película es ferroeléctrico y antiferromagnético. También se determinó que los gradientes de deformación producidos por la sonda de un AFM propician el cambio en la orientación de dominios de polarización.

M2818 **Support Vector Machine for the prediction of surface plasmon resonance in gold concave nanocubes** *Jesús Andrés Arzola Flores* (arzolaiq@gmail.com), Instituto de Física. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Ana Lilia González Ronquillo(anagr@ifuap.buap.mx), Instituto de Física. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*

Metallic materials at the nanometric level (NP) present fascinating collective phenomena, such as the case of surface plasmon resonance (SPR) [1]. Said property had

mainly been exploited due to the enormous field of application, which ranges from improving the efficiency of energy systems [2] to theragnostic platforms for the elimination of cancer cells [3], increasing the efficiency of catalytic systems [4], etc. The SPR of NP can be manipulated through the morphology, size, and dispersion medium of the NP. Nowadays, thanks to the development of nanosciences, it is possible to experimentally study the effect of these parameters on the SPR [5]. On the other hand, it is also possible to implement numerical tools to study the effect of these parameters on the SPR of the NP; however, the calculation is usually tedious and with low possibilities of explaining general trends. Currently, thanks to the development of tools such as Machine Learning, it has been possible to provide computers with a learning capacity based on the acquisition of experience, understanding as experience, the data previously obtained through experiments or numerical calculations which has allowed the prediction of material properties with high precision [6, 7]. In the present work, a support vector machine (SVM) for the prediction of the SPR of gold concave nanocubes of different sizes and concavities (CNG) was used [6]. To obtain the database for SVM training, evaluation, and testing the numerical implementation of the Discrete Dipole Approximation (DDSCAT) was used [8, 9]. For the evaluation of the model, three different techniques were implemented, the classic holdout (70% training set / 30% testing set), k-fold cross-validation, and leave-one-out cross-validation finding R2 values above 0.9 for the three evaluation techniques.

M1963 **Generación fototérmica de microburbujas y su implosión en la punta de una fibra óptica** *Arturo Guzmán Barraza* (arturo.guzman.1731025@upt.edu.mx), Universidad Politécnica de Tulancingo; José Gabriel Ortega Mendoza(jose.ortega@upt.edu.mx), Universidad Politécnica de Tulancingo; Noel Ivan Toto Arellano(ivantotoarellano@hotmail.com), Universidad Tecnológica de Tulancingo; *Expositor.*
En este trabajo proponemos un método sencillo para la generación fototérmica de microburbujas en la punta de una fibra óptica así como su implosión en soluciones líquidas no absorbentes (etanol) utilizando un láser de onda continua. Películas conformadas por nanopartículas de plata AgNPs y partículas de nitrato de cobre Cu(NO3)2 fueron inmovilizadas en la punta de una fibra óptica a través de la técnica conocida como fotodeposición. La luz láser emitida a 450 nm es fuertemente absorbida por las nanopartículas de plata, provocando un incremento abrupto de la temperatura alrededor de la fibra óptica. Una vez que el etanol alcanza su límite espinodal ( 187 °C) se produce una burbuja de vapor. La burbuja colapsa inmediatamente liberando la energía acumulada y un microjet de etanol es generado. En nuestra investigación la burbuja alcanzó un tamaño máximo ( 1 mm) en 128 µs. Además se llevó acabo el rastreo del microjet generado por la implosión de la burbuja utilizando la técnica de Schlieren. Este método es muy atractivo por su simplicidad experimental y su bajo costo.

M2041 **Generación y eliminación de fases secundarias en nanoestructuras kesteritas de Cu2ZnSn1-xGexS4** *Francisco Enrique Cancino-Gordillo* (fcancino@ifuap.buap.mx), Benemerita Universidad Autonoma de Puebla; Jose-Luis Ortiz-Quiñonez(joseluis.nanoscience@gmail.com), Facultad de Química de la Universidad Nacional Autonoma de Mexico; Umapada Pal(upal@ifuap.buap.mx), Indian Institute of Technology; *Expositor.*
La síntesis de nanopartículas kesteritas de Cu2ZnSn1-xGexS4 con control de tamaño y en fase pura es una meta importante para sus aplicaciones en dispositivos optoelectrónicos como celdas solares. En este trabajo presentamos las nanopartículas de Cu2ZnSn1-xGexS4 de tamaños entre 10 y 40 nm, con diferentes facciones molares de Ge crecidos mediante el proceso hidrotermal. Las nanopartículas sintetizadas fueron caracterizadas utilizando las técnicas de difracción de rayos X, microscopía electrónica de transmisión y espectroscopia microRaman. En las muestras sintetizadas con altos fracciones molares de Ge ($x > 0.5$) se obtuvo Cu2ZnSn1-xGexS4 y como subproductos la fases no deseadas de Cu8GeS6 y ZnS. La limitación de obtener la fase pura de Cu2ZnSn1-xGexS4 en mayores valores de x ha sido explicada en términos de la primera regla de coordinación de Pauling para los cristales iónicos y del precursor de cobre utilizado. Presentamos también un proceso químico para eliminar estas fases no deseadas de las nanoestructuras kesteritas.
Agradecimientos: Agradecemos el apoyo brindado por el CONACyT, Mexico (Proyecto # A1-S-26720), para realizar este trabajo. F.E. Cancino-Gordillo agradece al CONACyT, Mexico para otorgar la beca doctoral (CVU # 784149).

M2540 **Resina: una opción ecológica en la síntesis de nanoestructuras de carbono** *Juan Luis Ignacio De La Cruz* (cj_luis9845@hotmail.com), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Carmen Judith Gutiérrez García(judithguga54@gmail.com), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; David Ricardo Poiré De La Cruz(davidpoire_86@yahoo.com.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Diana Litzajaya García Ruíz(dilitzagaru@gmail.com), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Jael Madaí Ambriz Torres(jaelmadai_89@hotmail.com), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Francisco Gabriel Granados Martínez(grana2francisco@gmail.com), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Francisco Méndez(fm@xanum.uam.mx), Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa; Juan Manuel Sánchez Yáñez(syanez@umich.mx), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Lada*

*Domratcheva Lvova(ladamex@yahoo.es), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.*
El carbono, de acuerdo con su estructura molecular, puede unirse de distintas maneras produciendo diferentes formas alotrópicas como el grafito, el diamante, etc. Actualmente a nivel de laboratorio es posible encontrar nuevas formas de carbono con dimensiones nanométricas, que generalmente se denominan nanoestructuras de carbono, que pueden clasificarse según sus formas alotrópicas como: fullerenos, grafenos, nanotubos, micro y nanoesferas de carbono. Sin embargo, durante la síntesis de las nanoestructuras de carbono se utilizan materiales tóxicos como precursores del petróleo y disolventes que pueden causar efectos adversos al medio ambiente. En cambio, una opción ecológica es el uso de compuestos orgánicos como fuente de carbono que no causan contaminación ambiental y son fácilmente accesibles. Por lo tanto, el objetivo de esta investigación fue sintetizar nanoestructuras de carbono a partir de resina de pino mediante deposición química de vapor (CVD). El proceso se realizó en un reactor de cuarzo con un acero inoxidable austenítico AISI 304 como catalizador, la resina como fuente de carbono; luego el reactor se colocó en un horno tubular y se utilizó Argón como gas portador a una velocidad de 10 ml/min. Las temperaturas de la síntesis fueron de 800 y 850°C durante una hora. Los materiales resultantes se caracterizaron mediante Microscopía Electrónica de Barrido (MEB), Espectroscopia de Energía Dispersa (EDS) y Espectroscopia de Infrarroja por Transformada de Fourier (FTIR). Las micrografías de MEB mostraron la presencia de diferentes tipos de nanoestructuras: micro y nanoesferas y nanotubos de carbono. El análisis EDS indicó que las nanoestructuras contienen una alta composición de carbono, así como trazas de metales como el cromo y el hierro. Los espectros FTIR muestran la presencia de grupos funcionales de este tipo: C=C, OH, C=O y CH3. Se concluye que es posible sintetizar nanomateriales de carbono a partir de un precursor ecológico mediante CVD.

M2632 **PREPARACIÓN DE ÓXIDO DE GRAFENO EMPLEANDO PERÓXIDO DE BENZOÍLO** *Francisco Gabriel Granados Martínez* (granadosmartinezfg@gmail.com), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Bertha Oliva Aguilar Reyes(baguilar@iim.unam.mx), Institut des Matériaux Jean Rouxel; Diana Litzajaya García Ruíz(dilitzagaru@gmail.com), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Orlando Hernández Cristóbal(ohernandez@enesmorelia.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*
En años recientes el óxido de grafeno ha aumentado las posibilidades de su uso en diferentes aplicaciones por sus propiedades y sus diversos métodos de obtención. La mayoría del óxido de grafeno es obtenido a partir del método de Hummers, o variaciones del mismo. Se ha propuesto el uso de diferentes metodologías que utilicen menos etapas y reactivos que se apeguen más a la química verde. Para obtener el óxido de grafeno se utilizaron nanobeads de carbono; el peróxido de benzoílo reacciona con el material principal, bajo agitación constante en un baño ultrasónico y rampas de temperatura. La mezcla obtenida se lava varias veces con agua destilada y se seca a 60°C en condiciones atmosféricas. Para obtener los grupos funcionales de los polvos, se analizaron por la técnica de FTIR, para conocer las interacciones entre C-C se utilizó espectroscopía Raman. Los cambios en la cristalinidad se compararon a través de difracción de rayos X. Esta forma de producir óxido de grafeno, es a través de un método simple y con un reactivo de fácil utilización.

M2708 **Nanopartículas Magnéticas Estabilizadas por Goma Arabiga** *Dulce Araceli Guzmán Rocha* (da.guzmanrocha@ugto.mx), División de Ciencias e Ingenierías Campus León. Universidad de Guanajuato; Teodoro Córdova Fraga(theo@fisica.ugto.mx), División de Ciencias e Ingenierías Campus León. Universidad de Guanajuato; José De Jesús Bernal Alvarado(bernal@fisica.ugto.mx), División de Ciencias e Ingenierías Campus León. Universidad de Guanajuato; *Expositor.*
Se sintetizaron nanopartículas magnéticas por el método de coprecipitación y se añadió un recubrimiento en este caso se usó un biopolímero conocido como Goma Arábiga para estabilizar las nanopartículas, ya que con el paso del tiempo de oxidan y se aglomeran y disminuyen sus propiedades magnéticas, así como también para poder tener cargar negativas en la superficie y poder funcionalizar en un futuro. Se usó una relación 3:1 y 10:1 Fe:GA respectivamente, obteniendo un tamaño de cristal de 11 nm de acuerdo a la fórmula de scherrer para ambas relaciones de concentración, un diámetro hidrodinámico de 198 nm y 245 nm, de acuerdo a las imágenes de TEM se tiene una morfología esférica y una distribución de tamaño de 11 nm, la saturación magnética fue de 68 emu/g (material) en ambos casos y de acuerdo al análisis termo gravimétrico indica que queda un porcentaje de recubrimiento del 16% y 24% respectivamente.

M2680 **Representación armónica del campo electromagnético generado por una partícula cargada oscilante y su interacción con un cuerpo dispersivo.** *Mauricio García Vergara* (maugv@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Guillaume Demésy(guillaume.demesy@fresnel.fr), Institut Fresnel, Aix-Marseille Université; Frédéric Zolla(frederic.zolla@fresnel.fr), Institut Fresnel, Aix-Marseille Université; *Expositor.*
En este trabajo se aborda el problema de describir el campo electromagnético generado por una carga oscilante y su interacción con un objeto tridimensional dispersivo. A pesar de la aparente naturaleza académica de este problema, muchas aplicaciones a este tipo de

configuraciones pueden encontrarse. Comenzando por el estudio de antenas realizado por Hertz y Sommerfeld [1, 2] hasta el más reciente estudio de nanoemisores cuánticos y su interacción con nanoesferas [3, 4]. Para esta clase de fenómenos, es común utilizar una aproximación para describir el campo generado por una partícula cargada oscilante, la más común de estas aproximaciones para el campo lejano es utilizar la aproximación dipolar [5, 6]. Sin embargo es importante subrayar aquí que la aproximación dipolar solo es válida cuando lidiamos con el campo lejano. Es necesario encontrar una mejor manera de describir el campo generado por una partícula cargada oscilante, el procedimiento usual es usar los campos de Liénard-Wiechert. El problema con esta solución es que ésta no es tratable desde un punto de vista práctico (i.e. numérico) [7]. Aquí nosotros proponemos un modo diferente de obtener la representación armónica de los campos en el sentido de distribuciones [8]. Estos resultados han sido comparados con la bien conocida fórmula de la potencia del campo lejano [5]. Finalmente, una vez que el campo EM ha sido obtenido de manera armónica, lo hacemos interactuar con un jmaterial dispersivo (una esfera en este caso) Este problema es tratado con la formulación de campo difractado [9] y resuelto numéricamente mediante el Método de Elementos Finitos y el programa GetDP [10].

Referencias

[1] A. Harish and M. Sachidananda, Antennas and wave propagation. Oxford University Press, USA, 2007.

[2] A. Sommerfeld, Partial Differential Equations In Physics: Lectures On Theoretical Physics. No. v. 6 in Pure and Applied Mathematics, 1, Sarat Book House, 1960.

[3] E. Lassalle, A. Devilez, N. Bonod, T. Durt, and B. Stout, "Lamb shift multipolar analysis," J. Opt. Soc. Am. B, vol. 34, pp. 1348–1355, Jul 2017.

[4] V. V. Klimov, M. Ducloy, and V. S. Letokhov, "Radiative frequency shift and linewidth of an atom dipole in the vicinity of a dielectric microsphere," Journal of Modern Optics, vol. 43, no. 11, pp. 2251–2267, 1996.

[5] J. D. Jackson, Classical Electrodynamics. Wiley, Aug. 1998.

[6] L. Novotny and B. Hecht, Principles of nano optics. Cambridge University Press, 2012.

[7] H. Spohn, Dynamics of charged particles and their radiation field. Cambridge university press, 2004.

[8] A. I. Saichev and W. A. Woyczynski, Distributions in the Physical and Engineering Sciences. Volume I. Springer, 1997.

[9] B. Vial, F. Zolla, A. Nicolet, and M. Commandre, Quasimodal expansion of electromagnetic fields in open two-dimensional structures, Physical Review A, vol. 89, p. 023829, Feb. 2014.

[10] C. Geuzaine and D. Patrik, GetDP reference manual (Université de Liège 1997)

***Partículas y Campos***
***Línea (online)***

M2320 **Violación de sabor leptónico en un modelo con simetría izquierda-derecha y fermiones con propiedades especulares** *Ricardo Gaitán Lozano* (rgaitan@unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Albino Hernández Galeana(albino@esfm.ipn.mx), Instituto Politécnico Nacional; José Manuel Rivera Rebolledo(jrivera@esfm.ipn.mx), Instituto Politécnico Nacional; *Expositor.*

En este trabajo estudiamos las consecuencias fenomenológicas de la violación de sabor generado por la mezcla entre los fermiones estándar y los fermiones exóticos. El análisis es realizado en el contexto de un modelo con simetría izquierda-derecha donde los fermiones adicionales tienen propiedades especulares ante el nuevo grupo SU(2)_R. Se obtienen límites sobre los parámetros del modelo a través del análisis de procesos que cambian sabor leptónico ($l_i \to j_j + \gamma$, $H \to l_j, i, j = e, \mu$).

M2445 **Tomografía de Muones** *Liliana Michelle Ramos Regino* (michelle18ramos@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Cecilia Uribe Estrada(ceciuri@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*

El muón es una partícula elemental. Tiene carga eléctrica unitaria como el electrón pero una masa aproximadamente 200 veces mayor que este. Los muones de los rayos cósmicos altamente penetrantes golpean la Tierra a una razón de cerca de un muón por centímetro cuadrado por minuto. La tomografía de muones es una técnica que usa muones de rayos cósmicos para generar imágenes tridimensionales de volúmenes. Los muones de los rayos cósmicos son altamente penetrantes, con energías promedio de cerca de 10 000 veces aquellas de los rayos X típicos, por lo que pueden atravesar cientos de metros de roca. Su poder de penetración los hace capaces de ser usados para crear imágenes de objetos que pueden encontrarse detrás o dentro de un material sellado que es demasiado grueso o profundo para utilizar otros métodos de imágenes.

Desde su desarrollo en los años 50 la tomografía de muones ha encontrado usos en diferentes campos tales como la física de partículas, medicina e industria. En este trabajo se da una visión general de la muografía y sus diferentes aplicaciones.

M2444 **Rendimiento del Detector de Muones de CMS y Reconstrucción de Muones de las Colisiones protón-protón a 13 TeV** *Fernando Téllez Zárate* (fertellsz30@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Cecilia Uribe Estrada(ceciuri@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*

El Solenoide Compacto de Muones (Compact Muon Solenoid-CMS) es un detector de propósito general, diseñado principalmente para la búsqueda de señales de nueva física de las colisiones de iones pesados y

protón-protón, provenientes del Large Hadron collider (LHC). La detección de muones es una pieza clave para descubrir nueva física y jugó un papel importante en el descubrimiento del bosón de Higgs reportado por los experimentos ATLAS y CMS en el 2012.
El sistema de muones, software de reconstrucción de muones y el trigger de alto nivel tuvieron cambios importantes en 2013-2014 en preparación para funcionar con una mayor energía de colisión y luminosidad instantánea. Este trabajo describe el rendimiento del sistema de muones modificado, utilizando datos de colisión protón-protón a una energía del centro de masa de 13 TeV recopilados en 2015-2016.

M2351 **Momento dipolar débil del quark top mediado por bosones de norma pesados en el modelo SLHM** *Brenda Quezadas Vivian* (brendysqv19@gmail.com), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Javier Montaño Domínguez(j.montano.d@hotmail.com), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Fernando Iguazú Ramírez Zavaleta(feryuphy@yahoo.com.mx), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Eduardo Salvador Tututi Hernández(tututi@umich.mx), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; David Espinosa Gomez(despinosa3187@gmail.com), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.*
El modelo estándar (ME) de partículas elementales es una de las teorías más exitosas de la física, debido a que sus predicciones teóricas han concordado con las mediciones experimentales a una precisión sin precedentes, sin embargo, hay varias cuestiones que el ME no puede explicar, una de ellas es el problema de la jerarquía de masas. Por ello, algunas extensiones del ME predicen la existencia de nuevas partículas con masas del orden de los TeVs, tal es el caso del modelo Simplest Little Higgs Model (SLHM), que no solo proporciona una manera interesante de abordar el problema de la jerarquía de masa del bosón de Higgs, sino que además logra subsanar varios de los problemas que se presentan en modelos tipo little Higgs. Es por ello que en este trabajo nos enfocamos en calcular el momento dipolar magnético débil del quark top, a nivel de un lazo, mediado por bosones de norma pesados en el contexto del SLHM en función de la nueva escala de energía f a la cual surge este modelo. Enfocamos nuestros resultados numéricos en el quark top por ser la partícula más pesada que predice el ME, y por lo tanto, la que nos da mayor aportación, ya que los quarks más ligeros estarían fuera de alcance de detección experimental.

M2201 **Funciones de Ritus para grafeno con campos magnéticos generados por operadores de entrelazamiento de primer orden** *Yajaira Concha Sánchez* (yconcha@umich.mx), Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Erik Díaz Bautista(ediaz@fis.cinvestav.mx), Departamento de Física, CINVESTAV; Alfredo Raya Montaño(raya@ifm.umich.mx), Instituto de Física y Matemáticas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.*
En este trabajo, estudiamos el propagador para electrones en grafeno en campos magnéticos externos. En presencia de campos electromagnéticos externos, los estados asintóticos del grafeno ya no son ondas planas y, por lo tanto, el propagador en la base de eigenestados de momentos tiene una forma más intrincada. Construimos el propagador del grafeno en presencia de un campo magnético externo generado por operadores de entrelazamiento a primer orden en la base de las eigenfunciones del operador $(\gamma \cdot \Pi)^2$, considerando que el campo magnético es ortogonal a la membrana del grafeno. A partir del caso bien estudiado del campo magnético uniforme, generamos perfiles de campos no triviales a partir de operadores de entrelazamiento de primer orden. Para dichos campos, construimos las eigenfunciones de Ritus que corresponden a estados asintóticos del grafeno en presencia de dichos campos magnéticos.

M1997 **Campos magnéticos en colisiones de iones pesados ultra relativistas** *Marisol Hernández Sánchez* (marisol.hernandezsa@alummo.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Mario Rodríguez Cahuantzi(mario.rodriguez@correo.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*
La evidencia experimental de la existencia del Plasma de Quarks y Gluones fue observada en 2003 por los experimentos STAR y PHENIX en el colisionador RHIC. A partir de ese momento, gran parte de los esfuerzos experimentales actuales en el LHC y futuros como NICA en esta área se han orientado en la búsqueda y ubicación del punto crítico del QGP. Por ello, el estudio de campos magnéticos en colisiones de iones pesados tiene suma importancia, ya que es posible conocer información sobre las propiedades de la materia en condiciones extremas de densidad de energía y temperatura. Debido a las condiciones de las colisiones, en este trabajo se estudia la creación de los campos magnéticos en función de los parámetros de impacto, utilizando el modelo de Glauber y considerando los efectos relativistas; ya que al tener colisiones relativistas se produce una contracción de Lorentz a lo largo del eje de la colisión.

M1982 **Monte Carlo study of high multiplicity jet and isotropic pp collisions at the LHC energies** *José Daniel Gaytán Villarreal* (daniel_gaytan@live.com.mx), Departamento de Física, Universidad de Sonora; Claudeth Clarissa Hernández Alvarez(claudeth.clarissa@gmail.com), Departamento de Física, Universidad de Sonora; Roberto Pedro Duarte Zamorano(roberto.duarte@fisica.uson.mx), Departamento de Física, Universidad de Sonora;*

*Lizardo Valencia Palomo(lizardo.valencia@unison.mx), Departamento de Investigación en Física, Universidad de Sonora; *Expositor.*
New measurements on particle production as a function of the charged-particle multiplicity in pp collisions have been reported by the ALICE Collaboration. The novelty of the results relies on the use of transverse sphericity for event classification in either pencil-like or isotropic events, which turn out to be sensitive to the main hard scattering or underlying event, respectively. Results indicate that the average transverse momentum as a function of multiplicity is higher in jetty-like (low sphericity) events than in isotropic (high sphericity) events. While QCD-inspired generators like EPOS LHC and PYTHIA 8 describe the data for minimum bias and isotropic events, the average pT is overestimated by PYTHIA 8 in high multiplicity jetty-like events.
In this work, the charged particle production in the toward and transverse regions, relative to the leading-charged particle are studied as a function of the event multiplicity and event transverse sphericity in pp collisions at 13 TeV. The study is conducted using EPOS LHC and PYTHIA 8. We will show that in the jetty-like events, the UE is not negligible. The contributions of the jet and underlying event to the average pT of high multiplicity jetty-like and isotropic events will be shown. The auto-correlation effects in both two models will be discussed. In this context, the observed tension between data and PYTHIA 8 will be explained.

M2446 **Análisis del Decaimiento** $H \to \tau\tau$ *Naomi Vargas Cholula* (naomivac@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Cecilia Uribe Estrada(ceciuri@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*
El experimento CMS (Compact Muon Solenoid) del CERN es uno de los experimentos de propósito general que analiza los decaimientos de colisiones protón-protón provenientes del LHC (Large Hadron Collider). Entre sus descubrimientos más importantes se encuentra el bosón de Higgs, anunciado el 4 de julio de 2012. Una de las metas principales de CMS es estudiar las propiedades del bosón de Higgs en sus diferentes canales de decaimiento.
En este trabajo se presenta un análisis del decaimiento del bosón de Higgs a dos leptones tau. El estado final es un leptón muón y un leptón tau que decae hadrónicamente. Los datos y eventos simulados provienen del experimento CMS y se obtuvieron a través del portal CERN Open Data.

M2443 **Simulación del impacto de la radiación en detectores RPC** *Fernando Garza Landa* (fegala.96@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Cecilia Uribe Estrada(ceciuri@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*
Los detectores RPCs (Resistive Plate Chambers) o Cámaras de Placas Resistivas son detectores gaseosos con buena resolución temporal y espacial. El incremento en la luminosidad de los futuros aceleradores, tales como el HL-LHC (High Luminosity-Large Hadron Collider), presentarán nuevos retos. Uno de los más importantes será el incremento de la radiación en los detectores.
En este trabajo se presenta el análisis de simulación de los detectores RPCs, utilizando el paquete Geant4 (GEometry ANd Tracking), para someterlos a diferentes tipos de radiación. Estos estudios son muy importantes para entender los efectos que estos ambientes hostiles pueden tener sobre la funcionalidad del detector. Además ayudan en el diseño y construcción de detectores más robustos y en los estudios de background para optimizar los análisis de datos.

M2755 **Studies of MRPC with novel low resistivity glass** *Cecilia Uribe Estrada* (cecilia.uribe.estrada@cern.ch), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Z. Liu(Zheng.Liu@cern.ch), European Centre for Nuclear Research (CERN), Geneva, Switzerland; M.C.S. Williams(Crispin.Williams@cern.ch), European Centre for Nuclear Research (CERN), Geneva, Switzerland; A. Zichichi(Antonino.Zichichi@cern.ch), European Centre for Nuclear Research (CERN), Geneva, Switzerland; X. Fan(xingming.fan@hzdr.de), Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf (HZDR), Dresden, Germany; L. Naumann(l.naumann@hzdr.de), Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf (HZDR), Dresden, Germany; D.W. Kim(Do.Won.Kim@cern.ch), Gangneung-Wonju National University, Gangneung, South Korea; *Expositor.*
Resistive Plate Chambers (RPCs) are robust, easy to build, and relatively inexpensive gaseous detectors with both excellent position accuracy and time resolution. They are able to measure charged particles, neutrons and gamma photons. These features make them very useful in High Energy Physics (HEP) and astrophysics experiments. Beyond HEP other possible applications include: time of flight-positron emission tomography (TOF-PET), mammography scanners, muon tomography and environmental protection to mention a few. The demands on the RPC rate capability and spatial resolution for these and other applications have increased over time. The Multigap Resistive Plate Chambers (MRPCs) play an important role in answering these demands. Following this line, we report on the working and timing characteristics of a 10-gap MRPC with 160 $\mu$m gaps, built with a new low-resistivity electrode material. The results show that these detectors could be used in ultra high rate applications with very good efficiency.

M2949 **Límites a extensiones del Modelo Estándar con mediadores ligeros a partir de los datos del experimento CONNIE** *Brenda Aurea Cervantes Vergara* (bren.cv@ciencias.unam.mx), Universidad

*Nacional Autónoma de México; Juan Carlos D'Olivo Saez(dolivo@nucleares.unam.mx), CINVESTAV; *Expositor.*
El experimento CONNIE, situado a 30 m del núcleo del reactor Angra 2 en Río de Janeiro, Brasil, recolectó en 2019 3.7 kg-día de datos utilizando un arreglo de detectores CCD con bajos umbrales de energía ($\sim$1 keV). CONNIE estudia la dispersión elástica coherente de antineutrinos provenientes del reactor nuclear con los núcleos de Si en los detectores. Se reportan los primeros resultados del experimento, mostrando un nulo exceso en el número de eventos en los datos con el reactor encendido. Se estableció un límite, al 95% nivel de confianza, en la tasa de eventos de dispersión elástica coherente antineutrino-núcleo. Este resultado se utilizó para imponer límites en el espacio de parámetros de mediadores ligeros, escalar y vectorial, considerados en dos extensiones simplificadas del Modelo Estándar. Los límites establecidos son actualmente los mejores entre aquellos impuestos por los experimentos que estudian la dispersión elástica coherente, tanto para un mediador vectorial con masa $M_{Z'} < 10$ MeV como para un mediador escalar con masa $M_\phi < 30$ MeV.

M1948 **Espinores de Weyl y el Principio de Equivalencia** *Justiniano Lorenzo Díaz Cruz(lorenzdx@gmail.com), MICHIGAN UNIVERSITY, USA; Olga Guadalupe Felix Beltran(olga.felix@correo.buap.mx), BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA; Kebin Platas* (kebin@gmail.com), BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA; *Expositor.*
En este trabajo repasamos la forma como se puede incluir de manera consistente un potencial gravitacional en las ecuaciones que describen a los sistemas cuánticos. Partimos del caso de la ecuación de Dirac, que incluye espinores de Dirac (4-componentes), con la prescripción dada en la literatura para incluir un potencial gravitacional, el cuál es válido para partículas y antiparticulas. Luego se trata de partir de espinores de Weyl, con la ecuacion de Pauli, para incluir el campo gravitacional. Se concluye con una discusión del principio de equivalencia y sus posibles tests utilizando neutrinos.

M2757 **Correcciones Radiativas a la Polarización del Muón en los Decaimientos Semileptónicos de Kaones Neutros.** *José Martínez Vieyra* (jvieyra.phys@gmail.com), Escuela Superior de Física y Matemáticas del Instituto Politécnico Nacional; Alfonso Martínez Valdez(alfonso@esfm.ipn.mx), Escuela Superior de Física y Matemáticas del Instituto Politécnico Nacional; Carlos Juárez León(carl111_1@hotmail.com), Escuela Superior de Física y Matemáticas del Instituto Politécnico Nacional; Miguel Neri Rosas(neri@esfm.ipn.mx), Escuela Superior de Física y Matemáticas del Instituto Politécnico Nacional; Juan José Torres Manriquez(jtorresm@ipn.mx), Escuela Superior de Física y Matemáticas del Instituto Politécnico Nacional; *Expositor.*
Calculamos las Correcciones Radiativas a la Polarización Transversal del Muón en los Decaimientos Semileptónicos de Kaones Neutros. Nuestras primeras evaluaciones muestran valores pequeños para dichas correcciones.

M2189 **Búsqueda indirecta de materia oscura a través de emisiones de rayos gamma provenientes de galaxias enanas esferoidales** *Daniel Sánchez Arrieta* (danny375sa@gmail.com), BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA; Erick Munive(ihsuka94@gmail.com), BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA; Ana Avilez López(ana.avilez.lopez@gmail.com), BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA; Olga Guadalupe Felix Beltran(olga.felix@correo.buap.mx), BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA; *Expositor.*
Las galaxias enanas esferoidales (dSph) son de los mejores candidatos a escalas astrofísicas para la búsqueda indirecta de DM, ya que tienen poca o ninguna producción de rayos gamma de fuentes bariónicas y es posible observar cualquier exceso hasta cierto valor de significancia. Además, inferencias observacionales del cociente masa luminosidad de estos objetos indican que contienen gran cantidad de materia oscura en relación a la materia visible. Ciertos modelos de física de partículas predicen que las partículas de materia oscura en dSph podrían aniquilarse en rayos gamma o un par de leptones con tiempo de vida de hasta 100 Gyrs. La señal esperada depende de las propiedades del modelo fundamental de materia oscura a considerar, así como de las características geométricas y la localización del halo de materia oscura de la dSph. En este trabajo se estudia la posibilidad de obtener evidencia indirecta de la existencia de materia oscura a partir de la observación de emisiones de rayos gamma provenientes de dSph debidas a aniquilaciones de partículas de DM. Se pretende predecir lo anterior a partir del calculo de los factores J para algunas galaxias del grupo local para un modelo particular de partículas elementales asumiendo diferentes perfiles de densidad del halo.

M2350 **Momentos dipolares débiles del quark top inducidos por un pseudoescalar masivo y por un boson de Higgs en el modelo SLHM** *Brenda Quezadas Vivian* (brendysqv19@gmail.com), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Javier Montaño Domínguez(j.montano.d@hotmail.com), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Fernando Iguazú Ramírez Zavaleta(feryuphy@yahoo.com.mx), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Eduardo Salvador Tututi Hernández(tututi@umich.mx), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; David Espinosa Gomez(despinosa3187@gmail.com), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.*

Estudiar las propiedades del quark top, es uno de los objetivos principales del LHC, además, debido a que esta es la partícula más pesada que predice el Modelo Estándar (ME) mt=173 GeV, es interesante profundizar en su fenomenología, puesto que su masa es del mismo orden de magnitud que la escala de rompimiento espontáneo de simetría electrodébil ( v = 246 GeV), por lo que es más sensible a efectos de nueva física que el resto de los fermiones livianos. Por lo tanto, resulta interesante analizar las propiedades físicas de esta partícula a nivel de un lazo, presentando para ello en este trabajo, la contribución al momento dipolar magnético débil (MDMD) del quark top, inducido por un escalar masivo (identificado como η), y también la contribución al MDMD del quark top mediado por un bosón de Higgs, ambos en el contexto del Simplest Little Higgs Model (SLHM), que es un modelo que da una posible explicación al problema de la jerarquía de masa del bosón de Higgs.

M2347 **Sumando diagramas de Feynman por integración circular.** *Christian Schubert(christian.schubert@umich.mx), Instituto de física y matemáticas de la universidad michoacana de San Nicolas de Hidalgo; James Edwards* (james.p.edwards@umich.mx), Instituto de física y matemáticas de la universidad michoacana de San Nicolas de Hidalgo; *Expositor.*
El formalismo linea de mundo ha demostrado tener ciertas ventajas sobre el formalismo estándar en los cálculos de diagramas de Feynman en teoría cuántica de campos. En esta charla tomaremos como punto de partida la formula maestra para calcular amplitudes off-shell de N-puntos en D dimensiones al nivel de un lazo en la teoría phi cubica masiva, con la finalidad de presentar un nuevo método para resolver integrales que surgen en este formalismo. Este nuevo método se aprovecha del hecho que en el formalismo linea de mundo estas integrales no solo contienen información sobre un diagrama de Feynman con piernas externas ordenadas, si no, que contienen la suma de todos los diagramas de Feynman.

M2188 **Predicción del exceso de neutrinos detectados por IceCube como producto de decaimientos de materia oscura** *Jessica López Sánchez(jessayel.123@gmail.com), BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA; Luz Stephanie Hernández Galván* (fannyhernandez847@gmail.com), BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA; Ana Avilez López(ana.avilez.lopez@gmail.com), BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA; Olga Guadalupe Felix Beltran(olga.felix@correo.buap.mx), BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA; *Expositor.*
En 2013, la colaboración de IceCube reportó un exceso de 28 neutrinos de alta energía, lo cual está muy por encima del numero predicho considerando los eventos de fondo. Se ha sugerido que dicho exceso en la emisión de neutrinos puede explicarse como producto del decaimiento de partículas de materia oscura masivas e inestables, las cuales pueden formar parte de los halos de la galaxia. En este trabajo estudiamos esa posiblidad. Como objetivo particular se plantea imponer restricciones al tiempo de vida del candidato de materia oscura a partir de simulaciones numéricas. Se planea reproducir tanto la señal de neutrinos producto del decaimiento de partículas de materia oscura, así como el fondo proveniente de otras fuentes.

M2627 **Sobre la transformación de Lorentz dual** *Ángel Prieto Ruiz* (prietor@unam.mx), University of London; *Expositor.*
El estudio de la visualización de figuras geométricas ancladas en sistemas de referencia que se mueven con velocidades muy altas, condujo, en su momento, a la conclusión de que las figuras se ven, fotográficamente, rotadas en el plano ortogonal a la dirección del movimiento en lugar de verse contraídas. Bajo la premisa de que las propiedades de las figuras geométricas son las mismas que las del espacio en el que se encuentran, la visualización de ellas sería la misma que la que se puede hacer del propio espacio. Se estudia la transformación de Lorentz dual que produce una rotación en el plano requerido, su posible nexco con el fenómeno visual y su congruencia con los fenómenos electromagnéticos.

M2280 **Charged Particle in a flat box with static electromagnetic field and Landau's levels** *Gustavo Lopez Velazquez(gulopez@cencar.udg.mx), Universidad Autonoma de Mexico; Jorge Alfonso Lizarraga Brito* (jorge.a.lizarraga.b@gmail.com), Universidad de Guadalajara; *Expositor.*
We study the quantization of the motion of a charged particle without spin inside a flat box under a static electromagnetic field. Contrary to Landau's solution with constant magnetic field transverse to the box, we found a non separable variables solution for the wave function, and this fact remains when static electric field is added. However, the Landau's Levels appear in all cases.

M2425 **Materia oscura fermiónica en el Modelo Escotogénico** *Moisés Zeleny Mora(moiseszeleny@gmail.com), BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA; Olga Guadalupe Felix Beltran(olga.felix@correo.buap.mx), BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA; José Enrique Barradas Guevara(barradas@fcfm.buap.mx), BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA; Jorge Martínez Pérez* (jorgeemp97@gmail.com), BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA; Félix Francisco González Canales(felixfcoglz@gmail.com), BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA; *Expositor.*

En modelos donde se incluyen neutrinos masivos, destacan los modelos tipo *seesaw*, donde neutrinos derechos singletes del grupo de norma del Modelo Estándar son agregados al contenido de materia estándar. Estos neutrinos inertes por definición, son de forma natural posibles candidatos a materia oscura. En este trabajo se realiza un breve estudio de los mecanismos por los cuales se puede reproducir la densidad residual conocida actualmente considerando materia oscura fermiónica. Como ejemplo consideramos el Modelo Escotogénico.

M2126 **DEFORMACIONES EN UNA BOLSA DEL MIT ESFÉRICA** *Salma Cristina Luna Ramos* (lunasalma5@gmail.com), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Universidad Michoacana de San Nicoás de Hidalgo; Eduardo Salvador Tututi Hernández(tututi@umich.mx), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Universidad Michoacana de San Nicoás de Hidalgo; *Expositor.*

Como se sabe, el modelo de la bolsa del MIT, fue desarrollado a inicios de la década de los setentas del siglo pasado. El modelo contiene las bases del confinamiento de los quarks y ha sido ampliamente estudiada, en particular para bolsas esféricas. En este trabajo se estudia algunas propiedades estáticas de hadrones, mediante el modelo de la bolsa del MIT esférica en la cual se se hacen pequeñas deformaciones a la superficie esférica y a través de el método de la teoría de perturbaciones en las condiciones de frontera se soluciona la ecuación de Dirac para el sistema. Entre otros, se presentan algunos resultados sobre la variación en el espectro energético.

M2226 **The worldline approach to quantum field theory** *Christian Schubert* (christian.schubert@umich.mx), Technische Universitaet Muenchen, Alemania; *Expositor.*

I will give a summary of the present state of the worldline path integral approach to quantum field theory, with an emphasis on recent developments. Those include processes involving open fermion lines in quantum electrodynamics, multiloop Euler-Heisenberg Lagrangians, and form factors for off-shell gluon amplitudes.

M2303 **Cálculo de momentos dipolares débiles del quark top mediados por escalares del Bestest Little Higgs** *Jorge Isidro Aranda Sánchez(jarandas@umich.mx), UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO; Eligio Cruz Albaro* (elicruzalbaro88@gmail.com), UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO; Fernando Iguazú Ramírez Zavaleta(feryuphy@yahoo.com.mx), UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO; *Expositor.*

En las últimas décadas, se han generado numerosas extensiones del modelo estándar que se han propuesto resolver el conocido problema de la jerarquía de masa, y una de las teorías propuestas se le conoce como el modelo Bestest Little Higgs (BLH). En este escenario, se implementa el mecanismo de rompimiento colectivo de la simetría en los sectores de norma, de fermión y del Higgs, los cuales inevitablemente predicen un gran conjunto de nuevas partículas dentro del rango de masas de unos cuantos tera-electronvoltios. Algunas de las nuevas partículas que surgen en el BLH son los escalares $A_0$, $H_0$ y $\sigma$. Mientras estos escalares permanecen sin ser descubiertas, podemos investigar los efectos virtuales que inducen en varios fenómenos ya que nos ofrecen oportunidades únicas para buscar efectos de nueva física. De esta manera, resulta interesante analizar a los escalares mencionados como partículas mediadoras en el lazo del vértice $Z\bar{t}t$. Por lo tanto, la propuesta en este trabajo es calcular el momento dipolar magnético débil del quark top a nivel de un lazo en el contexto del modelo BLH. Proporcionamos las expresiones analíticas y los resultados numéricos.

M2321 **Medida de la producción de J/psi en colisiones protón-protón a 5.02 TeV en el experimento CMS del LHC** *Michelle Contreras Cossio* (michellecontrerascossio@gmail.com), Universidad de Sonora; Roberto Pedro Duarte Zamorano(roberto.duarte@fisica.uson.mx), Instituto de Física - Universidad Nacional Autónoma de México; Lizardo Valencia Palomo(lizardo.valencia@unison.mx), Universidad de París-Sur; *Expositor.*

De acuerdo a la Cromodinámica Cuántica a grandes densidades y temperaturas la materia nuclear ordinaria realiza una transición de fase hacia un estado en el que los quarks y gluones están desconfinados. Se cree que este nuevo estado de la materia existió una millonésima de segundo después del Big Bang. Hoy en día se utilizan colisiones nucleares en grandes aceleradores de partículas para reunir las condiciones necesarias para recrear este Plasma de Quarks y Gluones (QGP) en el laboratorio. Sin embargo, estudiar el QGP de forma directa es imposible ya que su tiempo de vida es demasiado corto. Por esta razón se utilizan métodos indirectos a través de los cuales podemos extraer diferente tipo de información: temperatura, viscosidad, vorticidad, etc. Uno de estos métodos consiste en el estudio de la producción de partículas J/psi, que son estados ligados de un quark 'charm' y su correspondiente antiquark. La ventaja de estas partículas es que, al estar formadas por quarks pesados, se producen en los primeros instantes de la colisión y por consiguiente experimentan la evolución completa del sistema termodinámico que se crea. Además, con el desconfinamiento los quarks sufren del Apantallamiento de Debye, razón por la cual el estado ligado se rompe ocasionando que se detecten menos J/psi que las que uno esperaría sin la formación del QGP. Pero para poder realizar el estudio de J/psi en colisiones nucleares primero hay que hacerlo en colisiones protón-protón, ya que esto nos proporciona una referencia. En este trabajo se presenta un estudio cuantitativo sobre la

producción de J/psi en su decaimiento a dos muones para diferentes intervalos de momento transverso. Así mismo se utilizan simulaciones de Monte Carlo para determinar los parámetros de los ajustes que se realizan en datos reales y que tienen por finalidad extraer el número de partículas que se producen.

M1896 **Construcción y caracterización de un detector RPC de 4 gaps** *Alejandra Bonilla Sandoval* (alejandra.bonilla@alumno.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Guillermo Tejeda Muñoz(gtejeda@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Arturo Fernández Téllez(afernand@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Mario Iván Martínez Hernández(mim@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Mario Rodríguez Cahuantzi(mrodriguez@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*
Una Cámara de Placas Resistivas (RPC por sus siglas en inglés) es un detector de partículas a base de gas que consisten de un arreglo de placas paralelas de alta resistencia eléctrica. Sus electrodos están sometidos a altos voltajes y se utilizan mayormente para la detección de muones. No solo se utilizan como contadores de partículas sino también como detectores de temporización. El funcionamiento y eficiencia de un RPC, así como la carga inducida, dependen del tamaño y número de gaps (cámaras de gas) del detector. En este trabajo caracterizamos y estudiamos el comportamiento de un RPC de 15x15 cm con 4 gaps de 0.5 cm de altura, armado con vidrios de 0.1 cm de espesor, determinando su eficiencia temporal y espacial y comparamos la eficiencia con otros RPC's de mayores dimensiones.

M1895 **Formulación alternativa de las ecuaciones de Maxwell** *Roberto Carlos Hernandez Torres* (rcht.1998@gmail.com), Licenciatura de Ciencias Aplicadas de la Unidad Académica de la luz y la Materia de la Unidad Autónoma de Zacatecas; Amado Augusto Espinoza Garrido(agarrido15@uaz.edu.mx), Licenciatura de Ciencias Aplicadas de la Unidad Académica de la luz y de la Materia de la Unidad Autónoma de Zacatecas; David Armando Contreras Solorio(dacs10@yahoo.com.mx), Licenciatura de Ciencias Aplicadas de la Unidad Académica de la luz y la Materia de la Unidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.*
A partir de las ecuaciones de Maxwell se obtienen las ecuaciones de Maxwell expresadas a través del vector electromagnético complejo K=E+iB , donde E es el campo eléctrico, B es el campo magnético, e i es la unidad imaginaria. A partir de estas ecuaciones se deducen la ecuación de continuidad, la ecuación de ondas electromagnéticas, y se obtienen las expresiones para la densidad de energía, y la densidad de flujo de energía (vector de Poynting) del campo electromagnético. La forma compleja de las ecuaciones de Maxwell es más compacta y permite hacer estas deducciones de una manera más breve que con las ecuaciones en donde los campos eléctrico y magnético se presentan por separado. Por lo anterior pensamos que estas ecuaciones complejas pueden servir como un método alternativo en la enseñanza y en la investigación de la electrodinámica, sobre todo porque permitiría utilizar las técnicas del cálculo de funciones de variable compleja.

M2421 **Dispersión nuclear de materia oscura** *Concepción Arellano Celiz(sir_neutrino@yahoo.com.mx), BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA; José Enrique Barradas Guevara(barradas@fcfm.buap.mx), BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA; Alejandra Cervantes* (alexita.298@gmail.com), BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA; Olga Guadalupe Felix Beltran(olga.felix@correo.buap.mx), BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA; *Expositor.*
Observaciones astrofísicas como cosmológicas confirman la existencia de materia oscura fría no bariónica y establecen que debe sumar alrededor de una cuarta parte de la energía total del Universo. Si bien, una gran variedad de candidatos a materia oscura han sido propuestos, los candidatos más prometedores son los WIMPs, los cuales, para su búsqueda se utilizan tanto métodos directos como indirectos. En este trabajo nos enfocamos en el estudio de la detección directa de materia oscura, para ello, revisamos las generalidades de los experimentos de detección directa e identificamos las condiciones físicas y teóricas que propician la interacción de materia oscura con el núcleo.

M2946 **Estudio comparativo de las oscilaciones de neutrinos y antineutrinos en materia, para el caso de dos y tres generaciones** *Juan Carlos D'Olivo Saez(dolivo@nucleares.unam.mx), instituto de ciencias nucleares; Carlos Leonardo Juarez Mansilla* (leonjm@ciencias.unam.mx), instituto de ciencias nucleares; *Expositor.*
Las oscilaciones de neutrinos se refieren a las transformaciones periódicas entre los diferentes sabores de los neutrinos . El concepto de oscilaciones de neutrinos fue introducido por primera vez en 1958 por B. Pontecorvo para transiciones de neutrino/antineutrino. Con el descubrimiento del neutrino muonico en 1962 en el experimento realizado por Lederman, Schwartz y Steinberger, surge la posibilidad de las transiciones entre los distintos sabores del neutrino. Por otro lado las primeras medidas experimentales del fujo de neutrinos solares predicho por el Modelo Estándar Solar se llevaron a cabo en la década de los 60's por Davies y sus colaboradores, dichas medidas arrojaron un défficit respecto al valor predicho, esta discrepancia fue posteriormente confirmada por varios experimentos realizados en diferentes laboratorios, este es el conocido

”problema de los neutrinos solares”. Las oscilaciones de neutrinos son la mejor propuesta para resolver este problema, fue en 1978 cuando Wolfenstein discutió los efectos de la materia en la propagación de los neutrinos debido a las interacciones con las partíulas del medio. El concluyó que los neutrinos se encuentran sujetos a un potencial efectivo que es análogo al índice de refracción de la luz a través de la materia. Por su parte, en 1985 Mikheyev y Smirnov descubrieron que las probabilidades de transición en las oscilaciones de neutrinos pueden ser sensiblemente modificadas cuando el neutrino se propaga en un medio con densidad variable, este es el efecto MSW, el cual se volvió famoso rápidamente debido a ser el mejor candidato para explicar el problema de los neutrinos solares. Des afortunadamente la literatura disponible discute de manera somera el caso de los antineutrinos, el propósito del presente trabajo consiste en estudiar tanto las oscilaciones de neutrinos como las de los antineutrinos y encontrar las similitudes y diferencias que presentan cuando estos se propagan en materia bajo las mismas condiciones, así como las relaciones existentes entre ambos casos.

M1856 **Hadrones pesados, decaimientos con rompimiento de simetría** $SU(3)$ *Benjamín Medina Carrillo* (benjamin.medina@cinvestav.mx), Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional Unidad Mérida; Gabriel Sánchez Colón(gabriel.sanchez@cinvestav.mx), Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional Unidad Mérida; Virendra Gupta(virendra@cinvestav.mx), Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional Unidad Mérida; *Expositor.*
En 1974, dos nuevas resonancias fueron descubiertas en la aniquilación electrón-positrón que se interpretaron como los estados ligados más bajos de un nuevo quark $c$ y su antiquark $\overline{c}$, con una masa de un orden de magnitud tres veces mayor que la de los quarks $u$, $d$ y $s$. A partir de entonces, numerosas partícuulas constituidas incluso con el aún más pesado quark $b$, han sido descubiertas. Es importante entonces analizar las características de los decaimientos de estas partículas pesadas. En este trabajo se consideran los Bariones pesados $B(QQ'q)$ y los Mesones pesados $M(\overline{Q}q)$ para los quarks pesados $Q = c,\ b,\ t$ y los quarks ligeros $q = u,\ d$, o s. Para la reacción $H \to H' + M(q\overline{q}')$, donde $H = B(QQ'q)$ o $M(\overline{Q}q)$ y $M(q\overline{q}')$ es un Mesón ligero, se presentan las reglas de suma para los decaimientos con ruptura de primer orden de la simetría de sabor $SU(3)$; de igual manera los coeficientes Clebsch-Gordan $SU(3)$ para el producto de las representaciones $3 \otimes 8$ se determina explícitamente.

M2324 **Evaluación de Integrales de Feynman de 4 Puntos Mediante la Representación de Mellin-Barnes** *Yajaira Concha Sánchez* (yconcha@umich.mx), Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Adnan Bashir(adnan@ifm.umich.mx), Instituto de Física y Matemáticas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.*
Cuando se calculan cantidades físicas que describen un proceso dado de dispersión o decaimiento en teorías cuánticas de campo, uno necesita evaluar muchos integrales multidimensionales. Después de una reducción tensorial basada en algunos proyectores sobre un diagrama de Feynman se generan varias integrales escalares que tienen la misma estructura general del integrando con varias distribuciones de potencias de propagadores. Una estrategia analítica directa es evaluar, por algunos métodos, cada integral escalar generada por el diagrama dado. Si el número de estas integrales es pequeño, dicha estrategia es razonable. Sin embargo, en situaciones no triviales, donde el número de integrales diferentes puede estar en el nivel de cientos y miles, es mejor seguir una estrategia sistemática y avanzada: derivar, sin calcular, y luego aplicar la integración por partes (IBP) y utilizar invariancia de Lorentz (LI) entre la familia dada de integrales como relaciones de recurrencia. El objetivo de este procedimiento es expresar una integral general de la familia dada como una combinación lineal de algunas integrales básicas o primarias (maestras). Por lo tanto, todo el problema de la evaluación se descompone en dos partes: solución del procedimiento de reducción y evaluación de las integrales maestras de Feynman. En este trabajo presentamos el método de representación de Mellin-Barnes como herramienta para evaluar integrales maestras de 4 puntos. Algunos de los procesos donde podemos aplicar estas integrales son procesos o diagramas a un lazo de la dispersión de Compton, la dispersión de Bhabha y el vértice de cuatro gluones.

## *Rayos Cósmicos*
## *Línea (online)*

M2359 **Optimización de los algoritmos de búsqueda para señales de trazas horizontales en el observatorio HAWC.** *José Roberto Angeles Camacho* (robert4475@ciencias.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; Hermes León Vargas(hleonvar@fisica.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*
El observatorio HAWC (High Altitud Water Cherenkov) es un instrumento de investigación conformado por un arreglo de 300 detectores ubicado en una de las laderas del volcán Sierra Negra en Puebla. Este arreglo detecta cascadas atmosféricas producidas por rayos cósmicos y rayos gamma. Actualmente hay una línea de investigación alternativa que plantea utilizar a este observatorio como un detector indirecto de neutrinos. Esta línea de investigación busca señales de partículas secundarias producidas debido a la interacción entre neutrinos ultra energético y los núcleos que forman al Pico de Orizaba. En este trabajo se presenta una nueva técnica

para discriminar este tipo de señales y las producidas por una cascada atmosférica, dicho algoritmo se basa en el reconocimiento de imágenes utilizando una red convolucional artificial. Con esta nueva técnica se podría aumentar el número de trazas producidas por muones que actualmente se identifican.

M2690 **Influencia de las Tormentas Eléctricas sobre los Rayos Cósmicos Secundarios detectados por el Observatorio de Rayos Cósmicos en Sierra Negra** *Bertha Jania Newton Bosch* (janewton@ciencias.unam.mx), Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México; Luis Xavier González Méndez(xavier@igeofisica.unam.mx), Servicio de Clima Espacial México, Laboratorio Nacional de Clima Espacial; José Francisco Valdés Galicia(jfvaldes@igeofisica.unam.mx), Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

En el presente trabajo se pretende encontrar evidencia del efecto de campos eléctricos atmosféricos, generados por tormentas eléctricas, sobre la intensidad del flujo de rayos cósmicos secundarios detectado por el Observatorio de Rayos Cósmicos en Sierra Negra (ORC-SN), Puebla, México. Instalados en el ORC-SN se encuentran el Telescopio de Neutrones Solares (TNS) y un monitor de campos eléctricos Boltek EFM-100, entre otros. Para establecer con exactitud los tiempos de tormenta se utiliza el EFM-100 y posteriormente se analizan los registros del TNS durante las tormentas encontradas. Se encontraron variaciones significativas en los canales S1 y S2 Anti del TNS durante varias tormentas, donde el canal S1 detecta principalmente partículas cargadas y el S2 Anti partículas neutras. Para obtener una comparación teórica, se realizaron simulaciones de chubascos atmosféricos en presencia de un campo eléctrico atmosférico con el software de CORSIKA. Con los resultados se estimó como primera aproximación el porcentaje de variación en la intensidad de partículas que llegan al nivel de observación del ORC-SN. Además, con base en la teoría desarrollada por Lev I. Dorman, se calculó un porcentaje de variación en las componentes cargadas de los rayos cósmicos secundarios; atribuido a los campos eléctricos atmosféricos.

M2369 **Respuesta espacial y temporal de HAWC a cambios de la electricidad atmosférica** *Angel Ricardo Jara Jiménez* (rt_jaja@outlook.com), Instituto de Geofísica de la Universidad Nacional Autónoma de México; Alejandro Lara Sánchez(alara@igeofisica.unam.mx), Instituto de Geofísica de la Universidad Nacional Autónoma de México; Arunbabu Kollamparambil Paul(arun@igeofisica.unam.mx), Instituto de Geofísica de la Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

Los intensos campos eléctricos presentes en las nubes de tormentas son capaces de acelerar partículas cargadas secundarias de rayos cósmicos. El estudio de este fenómeno lo llevamos a cabo con los datos recolectados durante tres años (2015-2017) por el sistema de ”scalers” del observatorio HAWC (High Altitude Water Cherenkov), que se encuentra a una altura de 4100 m s.n.m en el estado de Puebla, México. La frecuencia con la que el observatorio es afectado por tormentas eléctricas, su gran altura, su vasta área y su alta sensibilidad a las cascadas atmosféricas de rayos cósmicos lo hacen un instrumento ideal para el estudio de la aceleración de partículas por los campos eléctricos presentes en las nubes de tormentas. El sistema de ”scalers” de HAWC se encarga de registrar la respuesta de cada uno de los 1200 fotomultiplicadores (PMTs),y las tres multiplicidades en cada uno de los 300 detectores de Cherenkov en agua (WCD), en una ventana de 30 ns con una tasa muestreo de 40 Hz. El uso de los datos obtenidos por el sistema de ”scalers” nos permitió identificar aproximadamente 100 incrementos en el número de cuentas en coincidencia temporal con tormentas eléctricas con un correlación alta entre la respuesta del sistema de ”scalers” y los datos de campo eléctrico medido. Proponemos que estos incrementos se deben a la aceleración de partículas secundarias por el campos eléctricos de las tormentas. En este trabajo presentamos el método de identificación de los eventos y un estudio de su características espaciales y evolución temporal.

M2302 **Principio de Radiografía de Muones utilizando un experimento de telescopio de rayos cósmicos y comparando los resultados con una simulación de GEANT-4** *Santiago José Miró Trejo* (mirot.santiago@gmail.com), Universidad Iberoamericana Ciudad de México; Mateo Ramírez García(materorgf@gmail.com), Universidad Iberoamericana Ciudad de México; Salvador Carrillo Moreno(salvador.carrillo@ibero.mx), Universidad Iberoamericana Ciudad de México; *Expositor.*

En el presente proyecto se configura un espacio en GEANT-4 donde se simula una lluvia de rayos cósmicos, con una distribución y densidad de flujo simplificada de una lluvia real. Se implementa un detector de muones de plástico centellador, que se coloca debajo de estructuras sólidas de concreto. Dichas estructuras son modificadas en cada corrida para obtener una amplia diversidad de resultados. En cada corrida se registra cada muón que sea detectado por el telescopio. Adicionalmente, se realizaron experimentos con un telescopio de muónes de plástico centellador, cuyas características y condiciones se integraron en la simulación. Se registró el número de muónes que pasaba a través del arreglo de detectores como telescopio. Ambos resultados se comparan para encontrar la relación de similitud que hay entre el experimento y una simulación en GEANT-4.

M2514 **FIRMAS DE LAS AFECTACIONES AL CLIMA ESPACIAL CON BASE EN EL**

**OBSERVATORIO DE RAYOS CÓSMICOS EN SIERRA NEGRA** *Sebastian Perea Contreras* (sebastian.perea@ciencias.unam.mx), INSTITUTO DE GEOFÍSICA, UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO; Luis Xavier González Méndez(xavier@igeofisica.unam.mx), INSTITUTO DE GEOFÍSICA, UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO; José Francisco Valdés Galicia(jfvaldes@igeofisica.unam.mx), INSTITUTO DE GEOFÍSICA, UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO; *Expositor.*
Con base en las perturbaciones más significativas del clima espacial entre diciembre de 2015 y junio de 2020, se analizaron las variaciones de la componente secundaria de los rayos cósmicos detectados por el Observatorio de Rayos Cósmicos en Sierra Negra, compuesto por el Telescopio de Neutrones Solares (TNS) y el Telescopio Centellador de Rayos Cósmicos (SciCRT); ambos se encuentran instalados a 4580 m s.n.m. en la cima del volcán Sierra Negra. Se estudiaron los registros de los detectores para tiempos con tormentas geomagnéticas moderadas a intensas utilizando como base el índice Dst, así como el índice local $\Delta H_{TEO}$ para analizar los efectos de las perturbaciones del clima espacial sobre territorio nacional. Una parte fundamental del trabajo de investigación fue desarrollar herramientas y códigos de análisis específicos para las bases de datos que se estudian, ya que es muy complicado manejar la base de datos con programas en sistema gráfico. Se encontró que las variaciones más comunes son los decrecimientos Forbush; no obstante, también se registraron eventos durante los cuales se observó un aumento en la intensidad de partículas detectadas. Fue en estos últimos donde se llevó a cabo un análisis más detallado debido a las repercusiones que pueden tener.

M2462 **Interacción protón/antiprotón con el campo geomagnético** *Diego García Aguilar* (diegotas@ciencias.unam.mx), Instituto de Física; Hermes León Vargas(hleonvar@fisica.unam.mx), Instituto de Física; *Expositor.*
El problema de la asimetría materia-antimateria es uno de los problemas actuales de la física fundamental. Para poder avanzar en este problema es necesario tener mediciones de la cantidad de materia respecto a la de antimateria a distintas energías. El observatorio HAWC, ubicado en el parque nacional Pico de Orizaba, es capaz de detectar cascadas atmosféricas producidas por rayos cósmicos. Los rayos cósmicos son partículas cargadas que llegan a la Tierra desde todas direcciones, una parte de estas partículas son protones y antiprotones, el objetivo de este trabajo es medir la cantidad de protones y antiprotones que llegan a la Tierra usando la sombra de la Luna vista por HAWC. Para tener una estimación de la fracción de protón-antiprotón se parte del hecho de que las partículas cargadas interactúan con el campo geomagnético y por tanto son deflectadas según la ley de Lorentz, por ejemplo un protón incidiendo perpendicularmente al ecuador será deflectado hacia el oeste, en cambio el anti-protón será desviado al este. La Luna actúa como escudo de los rayos cósmicos por lo tanto produce una sombra, gracias a la interacción con el campo geomagnético se espera ver dos sombras de la Luna, una producida por protones y otra por antiprotones, la intensidad de las sombras nos dará una estimación de la fracción protón-antiprotón.

M2313 **ELECTRICIDAD ATMOSFÉRICA Y ACELERACIÓN DE PARTÍCULAS DE ALTAS ENERGÍAS .** *Jesús Iván Santamaría Najar* (sannji86@gmail.com), Universidad Autónoma de Zacatecas; Alejandro Lara Sánchez(alara@igeofisica.unam.mx), Instituto de Geofísica de la UNAM; Ricardo Jara(aricardojaja@gmail.com), Universidad Veracruzana; Mauro Javier Bonilla Rosales(mbonilla@igeofisica.unam.mx), Instituto de Geofísica de la UNAM; *Expositor.*
Las partículas primarias provenientes de los rayos cósmicos al interactuar con la atmósfera terrestre son afectadas por diferentes factores en la atmósfera terrestre, como son la temperatura, presión, etc. Los campos eléctricos atmosféricos (CEA), es otro de los factores que perturban este tipo de partículas. Se ha estudiado que durante las tormentas eléctricas la razón de conteo de las partículas aumenta gradualmente. En el presente trabajo se presentan los resultados preliminares de las simulaciones de la aceleración de partículas debido a los campos eléctricos presentes dentro de las nubes de tormenta. Usando el código Geant4 simulamos una Nube y diferentes distribuciones de campos eléctricos dentro de ella y los efectos de estos sobre las diferentes partículas secundarias que forman las cascadas atmosféricas producidas por los rayos cósmicos.

M2626 **Rayos cósmicos y Deep Learning** *Marlon Steve García Mejía* (marlon.garciam@alumno.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Mario Alan Covarrubias Morales(mariiocanels@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Enrique Varela Carlos(enrique.varela@correo.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Jorge Cotzomi Paleta(jcotzomi@yahoo.com.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Eduardo Moreno Barbosa(emoreno@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*
Los rayos cósmicos a energías de $10^{18}$ eV y superiores se conocen como rayos cósmicos de muy alta energía (UHECR). UHECR son partículas cargadas y núcleos que son generados por los aceleradores más grandes en nuestro universo. Como candidatos que generan estos, tenemos supernovas, agujeros negros, estrellas de neutrones etc., . Pero dónde y qué son estos aceleradores intergalácticos y extragalácticos en general es aún desconocido. Este trabajo describe el método y el desarrollo de algoritmos

realizados para el análisis de la simulación de las lluvias de partículas que generan los UHECR al llegar al tope de la atmósfera de la tierra. Se muestran resultados preliminares del análisis realizado con redes neuronales de aprendizaje profundo (Deep Learning) que utiliza problemas de clasificación y regresión con el uso de datos de ejemplo conocidos de las simulaciones.

M2492 **Morfología de la sombra del Sol a diferentes energías observada por HAWC** *Paulina Colin Farias* (paulina@igeofisica.unam.mx), Instituto de Geofísica, UNAM; Alejandro Lara(alara@igeofisica.unam.mx), Instituto de Geofísica, UNAM; *Expositor.*
La correlación entre el flujo de rayos cósmicos (RC) y la actividad solar es un comportamiento observado por décadas, ahora se sabe que es debido a la interacción entre partículas cargadas que componen los RC y los campos magnéticos solares. En particular, las partículas ultra energéticas ( TeVs) pueden llegar a la atmósfera solar baja e interactuar con los, relativamente intensos campos magnéticos coronales produciendo un déficit de dichas partículas, este fenómeno es observable en la Tierra y se conoce como "sombra" del Sol. En México, desde hace 5 años se encuentra en operación el arreglo HAWC, que es un detector de partículas de muy alta energía (TeV), con el que es posible estudiar la sombra del Sol. En este trabajo nos enfocaremos en el estudio de la morfología de la sombra del Sol observada en diferentes intervalos de energías, analizando su comportamiento en el tiempo y su relación con el campo magnético observado en el Sol. Las observaciones que presentamos son de los años 2016 a 2019 que incluyen el mínimo de actividad solar más importante de los últimos ciclos y que nos permite calibrar nuestras observaciones.

M2394 **Simulación del flujo de neutrones solares en la atmósfera terrestre** *Fernando Monterde Andrade* (fernandomonterde@ciencias.unam.mx), Instituto de Geofísica, UNAM; Luis Xavier González Méndez(xavier@igeofisica.unam.mx), Laboratorio Nacional de Clima Espacial (LANCE), Servicio de Clima Espacial México (SciESMEX); José Francisco Valdés Galicia(jfvaldes@igeofisica.unam.mx), Instituto de Geofísica, UNAM; *Expositor.*
El estudio de los neutrones emitidos durante una fulguración nos aporta información prístina del Sol, ya que su trayectoria no es perturbada por ningún campo electromagnético en el medio interplanetario, de esta forma, su interacción con el material atmosférico de la Tierra nos aporta una gran cantidad de información acerca de los mecanismos de aceleración de partículas que ocurren en la vecindad solar, así como de fenómenos relacionados con los rayos cósmicos secundarios en la atmósfera terrestre. Actualmente el Sol se encuentra en el inicio de la fase ascendente de su ciclo número 25, por lo que la probabilidad de ocurrencia de una fulguración es muy baja. Las simulaciones de chubascos de partículas son usadas para recrear el flujo de partículas detectadas a nivel de tierra por diferentes detectores, además, permiten conocer los fenómenos físicos más importantes y cómo afectan su transporte a través de la atmósfera. Actualmente se cuenta con acceso a datos de diferentes instrumentos, tales como el Telescopio de Neutrones Solares (TNS) de la UNAM, que nos permitirán empatar las simulaciones con las mediciones realizadas. Así mismo, agencias espaciales como la JAXA, cuentan con dispositivos a bordo de satélites que permiten realizar mediciones del flujo de neutrones; este es el caso del Detector de Fibras de Centelleo (FIB) del equipo Space Environment Data Acquisition-Attached Payload (SEDA-AP) a bordo de la estación espacial internacional (ISS).

M2244 **ANALYSIS OF SOLAR EFFECTS ON THE COSMIC RAY INTENSITY, DURING 2008 - 2016 USING NEUTRON MONITOR DATA.** *Eduardo Tirado Bueno* (etirado@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y Electrónica; José Eduardo Mendoza Torres(mend@inaeop.mx), Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y Electrónica; Rafael Rodrigues Souza De Mendonça(rafael.mendonca@inpe.br), Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais; *Expositor.*
Solar phenomena such as solar flares and solar energetic particles (SEP's) events are suitable candidates to affect the galactic cosmic ray (GCR) intensity which arrive continuosly and isotropically to Earth, although their intensity is modulated by the solar activity. Studies of these effects can be carried out using the Superposed Epoch Analysis (SEA) which provides a better visualization of small effects in a time series. In this talk I give an overview over some results on the analysis of the cosmic rays variations in the course of solar flares and SEP's, through the solar cycle 24, in order to avoid solar influences or geomagnetic disturbances, I only select events in which the Kp index is less than 4.0 for three consecutive days, that is, one day before and two days after the event. In the same way, events in which a Forbush decrease ocurred during that three-day period are ignored.

M2797 **¿Qué es la tomografía y la radiografía de muones utilizando rayos cósmicos? Aplicaciones y ejemplos de mediciones** *Dalia Lucero Ramírez Guadarrama* (dalia.lurg@gmail.com), Universidad Nacional Autónoma de México; Severiano Carpinteyro Bernardino(severianocarpinteyro@gmail.com), Universidad Iberoamericana; Salvador Carrillo Moreno(salvador.carrillo@ibero.mx), Universidad Iberoamericana; Manuel Alejandro Del Río Viera(alejandrodelrioviera@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Jovani Hernández Hernández(jovanidhh@gmail.com), Universidad Iberoamericana; Osvaldo Miguel Colín(osvaldo.miguel.colin@cern.ch), Universidad Iberoamericana; Santiago José Miró Trejo(mirot.*

*santiago@gmail.com), Universidad Iberoamericana; Edgar Murrieta Cuevas(edgarmcuevas@gmail.com), Universidad Iberoamericana; Cristina Oropeza Barrera(cristina.oropeza@ibero.mx), Universidad Iberoamericana; Victor Olenin Ramírez Beltran(rhcpsm@hotmail.com), Universidad Iberoamericana; Mateo Ramírez García(mateorgf@gmail.com), Universidad Iberoamericana; Cecilia Uribe Estrada(cecilia.uribe.estrada@cern.ch), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Elsa Fabiola Vázquez Valencia(fabiola.vazquez@prepaibero.mx), Universidad Iberoamericana; *Expositor.*

Los rayos cósmicos son núcleos de átomos que provienen del espacio. El 99% son núcleos de hidrógeno y helio que al interactuar con la atmósfera producen un chubasco o avalancha de partículas derivadas de la interacción. Uno de los productos secundarios de esta interacción son los denominados muones que se producen con una gran variación de energía. Se estima que al nivel del mar la energía media de los muones está entre 3 y 4 GeV con un flujo aproximado de un muón cm2/seg. Aproximadamente unos 600 muones atraviesan nuestro cuerpo cada minuto. Una de las características particulares de los muones es que pueden atravesar materiales, al hacerlo, algunos de ellos pueden ser absorbidos o desviados y pueden ser utilizados para ver el interior de volcanes, pirámides, edificios u otros materiales.

El mismo principio de una radiografía o tomografía puede ser empleado utilizando muones provenientes de rayos cósmicos. Se realizará una revisión histórica mostrando las primeras mediciones, los resultados más recientes y distintas aplicaciones que se han venido desarrollando. Se explicarán las técnicas de medición que pueden ser empleadas.

Así mismo se presentarán algunos ejemplo simples de simulaciones o mediciones utilizando detectores de plástico centellador y/o detectores resistivos de placas paralelas (RPC) como pruebas de concepto.

M2724 **Características de los Chubascos Atmosféricos Extensos a Diferentes Alturas de la Atmósfera** *María José Rodríguez Sánchez* (marymajose1488@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Jorge Cotzomi Paleta(jcotzomi@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Eduardo Moreno Barbosa(emoreno@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*

Los Chubascos Atmosféricos Extensos (CAE) son producto de los rayos cósmicos primarios (RCP) que se producen al chocar con los núcleos atmosféricos. Los CAE alcanzan diferentes profundidades en la atmósfera dependiendo de la energía, inclinación y tipo de partícula del RCP. En este trabajo presentamos las características de los CAE generados con Corsika a diferentes alturas que pueden ayudar al estudio y registro de estos en los arreglos de detectores superficiales.

M2352 **Telescopio de muones.** *Edgar Murrieta Cuevas* (edgarmcuevas@gmail.com), Universidad Iberoamericana; Jovani Hernández Hernández(jovanidhh@gmail.com), Universidad Iberoamericana; Salvador Carrillo Moreno(salvador.carrillo@ibero.mx), Universidad Iberoamericana; Mateo Ramirez Garcia(mramirez@fis.cinvestav.mx), Universidad Iberoamericana; *Expositor.*

El objetivo del presente proyecto es realizar medidas experimentales en rayos cósmicos, a nuestro alcance: la detección de muones bajo diferentes condiciones y el desarrollo de análisis. Así como mostrar el equipo empleado y dar una descripción detallada de su funcionamiento y aplicación. El presente trabajo muestra la medición y el estudio de rayos cósmicos en las instalaciones de la Universidad Iberoamericana mediante paletas centelladoras con un arreglo a modo de telescopio. Se realiza una serie de experimentos para comprobar resultados experimentales de mediciones sobre muones de rayos cósmicos, así como comparar resultados obtenidos mediante simulaciones en Geant4. En estos experimentos se observa y analiza: el flujo de partículas a diferentes ángulos de observación, el número de coincidencias con respecto a la cercanía en la que se encuentren las paletas centelladoras, y el tiempo de vida de estas partículas. Los resultados confirman que la mayoría de las partículas detectadas (muones) provienen principalmente de la vertical y disminuye conforme se acerca a la horizontal.También se concluyó que conforme más cerca se encuentren las paletas será mayor el número de partículas detectadas debido al ángulo de aceptancia del detector. Finalmente se logró realizar la medidadel tiempo de vida del muón, con un arreglo fijo del sistema y con un tiempo largo de exposición.

M2574 **Los rayos cósmicos de altas energías a la luz de las nuevas observaciones astrofísicas** *Juan Carlos Arteaga Velázquez* (juan.arteaga@umich.mx), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.*

Han pasado más de cien años desde el descubrimiento de los rayos cósmicos por el físico austríaco Victor Franz Hess, y a pesar del tiempo transcurrido, el misterio aún rodea el origen, la naturaleza y el mecanismo de producción de esta radiación, la cual es una de las más energéticas del universo. Sin embargo, los estudios teóricos y experimentales realizados a lo largo del tiempo, cada vez más refinados al pasar los años, han permitido encontrar diversas claves que han ampliado nuestra comprensión sobre la física de los rayos cósmicos. Hemos aprendido, por ejemplo, que los rayos cósmicos están formados por electrones, núcleos atómicos y trazas de antimateria, que su energía puede superar más de 10 millones de veces la que alcanzan las partículas en los haces del LHC del CERN y que son producidas en ambientes astrofísicos muy energéticos y violentos, tanto en fuentes galácticas como extragalácticas. Sin embargo, detalles

específicos sobre las abundancias relativas de los diferentes grupos de partículas en los rayos cósmicos, la forma e intensidad de los espectros de cada los diferentes grupos de masa que los componen, las clases de fuentes que los producen, el mecanismo de propagación de estas partículas en el espacio, y su proceso de aceleración no han sido completamente dilucidados. Para responder estar preguntas, nuevos experimentos de rayos cósmicos se han formado recientemente y han aportado nueva información al respecto. En esta plática hablaremos sobre algunos de estos hallazgos y presentaremos algunas de las nuevas propuestas experimentales que pretenden aportar nueva información para entender el enigma que encierran los rayos cósmicos.

M2578 **Umbral de modulación del flujo rayos cósmicos a 1UA debido al paso de estructuras solares** *Alberto Santiago Hernandez* (albektho@gmail.com), UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO; Alejandro Lara Sánchez(alara.unam@gmail.com), UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO; *Expositor.*

Los Rayos Cósmicos (RC) son partículas energéticas, que se propagan a través de la galaxia y llegan a la Tierra desde todas las direcciones. Su importancia radica en que proveen información sobre la composición de las fuentes astrofísicas, de los mecanismos de aceleración de partículas y de los medios de propagación entre la fuente y observador. Sin embargo, al entran en la Heliosfera, los RCs son afectados por perturbaciones en el Campo Magnético Heliosférico y por el Viento Solar, esto conduce a variaciones significativas globales y temporales en su intensidad y energía en función de la posición dentro de la Heliosfera. La solución Campo−Fuerza de la ecuación de transporte de RC se usa a menudo para calcular el espectro galáctico de CR modulado por la actividad solar, debido a que permite caracterizar este proceso mediante un solo parámetro (potencial de modulación, $\phi$); de ahí su importancia y frecuente uso. En este sentido, el objetivo del presente trabajo se centra en la reconstrucción del espectro primario de RCG a 1UA, a partir de la tasa de cuentas de distintos Monitores de Neutrones y del $\phi$. Finalmente, se desea determinar la energía en que el espectro de RCs a 1UA experimenta un nivel de reducción mínimo debido al paso de una estructura magnética solar.

***Estado Sólido***
***Línea (online)***

M2459 **Estudio de propiedades ópticas, eléctricas y estructurales de películas de BiFeO3 para su uso en dispositivos fotovoltaicos** *Eduardo Rocha Carreón* (A01273867@itesm.mx), Tecnologico de Monterrey, School of Engineering and Science, Ave. Eugenio Garza Sada 2501, Monterrey, N.L., México.; María Fernanda Palomeque Avalos(A01173125@itesm.mx), Tecnologico de Monterrey, School of Engineering and Science, Ave. Eugenio Garza Sada 2501, Monterrey, N.L., México.; Adriana Erika Martínez Cantón(amartine@tec.mx), Tecnologico de Monterrey, School of Engineering and Science, Ave. Eugenio Garza Sada 2501, Monterrey, N.L., México.; Carolina Janani Diliegros Godines(jdiliegros@tec.mx), Tecnologico de Monterrey, School of Engineering and Science, Ave. Eugenio Garza Sada 2501, Monterrey, N.L., México.; *Expositor.*
Las celdas solares de película delgada basadas en perovskitas tanto orgánicas como inorgánicas es una de las áreas de investigación de gran interés en la actualidad. En particular, las películas de BiFeO3 son un material libre de plomo que ha sido ampliamente estudiados para aplicaciones como dispositivos de almacenamiento de información, dispositivos ferroeléctricos, entre otros. Sin embargo, su uso como material para dispositivos fotovoltaicos es prometedor debido a su baja energía de banda prohibida. En este trabajo se presenta una metodología sencilla para depositar películas de BiFeO3 por el método de sol-gel inmersión-remoción. Las películas que se presentan en este trabajo están compuestas por 1, 3 y 5 capas sobre sustratos de cuarzo. Cada capa lleva un tratamiento de secado a 200°C por 1 hr, posteriormente se realizó un tratamiento de sinterizado a 550°C por 1hr, ambos en atmosfera abierta. Se realizó la caracterización óptica y estructural de las películas. Los resultados de difracción de rayos X y espectroscopía Raman muestran que todos los recubrimientos están formados por la estructura rombohedral del BiFeO3 sin presencia de fases secundarias. Así también la caracterización por espectroscopia Uv-Vis muestra que las películas tienen una transmitancia (T) entre $50\% > T > 60\%$, dependiendo del espesor de la película y valores de energía de banda prohibida Eg>2.6 eV. Por sus propiedades ópticas y estructurales, las películas de BiFeO3 depositadas por sol-gel inmersión-remoción son buenas candidatas para su incorporación en dispositivos fotovoltaicos de película delgada basados en perovskitas.

M2211 **Propiedades ópticas básicas de puntos cuánticos semiconductores para aplicaciones en sistemas biológicos.** *Paula Jiménez Cuevas* (paula.jimenez@fisica.uaz.edu.mx), UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ZACATECAS; Julio Gregorio Mendoza Alvarez(juliogma1@gmail.com), CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE ESTUDIOS AVANZADOS DEL INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL; Juan Carlos Martínez Orozco(jcmartinez@uaz.edu.mx), UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ZACATECAS; *Expositor.*
Los sistemas cuánticos nanoestructurados han sido estudiados, crecidos e implementados en una cantidad sorprendente de dispositivos optoelectrónicos. Las bases del funcionamiento general de estos sistemas tienen explicación desde los fundamentos de la mecánica cuántica; sin embargo, en tiempos pasados aún se han considerado insignificantes las aproximaciones entre un sistema biológico y uno cuántico. Es por ello por lo que la frontera entre estas dos ramas fundamentales de la ciencia es de interés; en este caso es primordial abordar la posible relación de los sistemas cuánticos en los sistemas biológicos. En particular, a nosotros nos interesan los puntos cuánticos semiconductores para posibles aplicaciones biomédicas; se conoce sobre las muy diversas aplicaciones de puntos cuánticos de plata y oro, con distintas aleaciones, para generar imágenes in vitro y in vivo auxiliados por sus resonancias plasmónicas de superficie, pero no son la única opción. De hecho, los puntos cuánticos semiconductores de los tipos II-VI y III-V, por sus propiedades ópticas, han sido propuestos como biomarcadores moleculares con una adecuada funcionalización. Este trabajo pretende llevar a cabo una revisión del estado del arte en este tema y explicar el mecanismo básico de absorción y emisión de fotones en los puntos cuánticos semiconductores, revisando los diferentes materiales y los tamaños nanométricos de estos sistemas en su aplicación a sistemas biológicos.

M2939 **Estudio del efecto combinado de las tensiones y el campo eléctrico en bicapas de grafeno considerando las interacciones de tipo van der Waals** *Julián David Correa Abad(jcorreaabad@gmail.com), Facultad de Ciencias Básicas, Universidad de Medellín, Medellín, Colombia; Flavio Manuel Nava Maldonado(flavionava@uaz.edu.mx), Unidad Académica de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Zacatecas, Car. ZacatecasGuadalajara Km. 6, Ejido La Escondida, 98160 Zacatecas, Zac., México; Juan Carlos Martínez Orozco(jcmartinez@uaz.edu.mx), Unidad Académica de Física, Universidad Autónoma de Zacatecas, Calzada Solidaridad esquina con paseo a la Bufa S/N, C.P. 98060, Zacatecas, Zacatecas, México.; Carlos Alberto Duque Echeverri(cduque_echeverri@yahoo.es), Grupo*

*de Materia Condensada-UdeA, Instituto de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Antioquia UdeA, Calle 70 No. 52-21, Medellín, Colombia.; Alejandra De Jesús De La Rosa Jasso* (ale30dejesus@gmail.com), Unidad Académica de Física, Universidad Autónoma de Zacatecas, Calzada Solidaridad esquina con paseo a la Bufa S/N, C.P. 98060, Zacatecas, Zacatecas, México.; *Expositor.*
El Grafeno es, sin lugar a duda, uno de los materiales mas revolucionarios en épocas recientes, en particular por establecer toda una nueva línea de estudios en sistemas 2D. Las bicapas de grafeno son un excelente escenario para estudiar fenómenos físicos. Por ejemplo en una bicapa al cambiar el tipo de apilamiento podemos pasar de un sistema semimetalico a un semiconductor con un pequeño gap electrónico, que puede ser modulado por un voltaje de puerta. Motivados por lo anterior por medio de cálculos de primeros principios donde se incluyen las interacciones de tipo van der Waals, nosotros reportamos el efecto combinado de un del campo eléctrico y la tensión sobre las propiedades electrónicas de en una bicapa de Grafeno con apilamientos tipo AA y AB. Agradecimientos al proyecto SEP-CONACyT A1-S-8842.

M2312 **Predicción y determinación de la estructura cristalina de NaKBr2.** *Sebastian Camargo Martinez* (camargo@ifuap.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla: Instituto de Física "Luis Rivera Terrazas"; Ulises Salazar Kuri(usalazar@ifuap.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla: Instituto de Física "Luis Rivera Terrazas"; Sylvain Jean Bernès Flouriot(sbernes@ifuap.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla: Instituto de Física "Luis Rivera Terrazas"; Juan Francisco Rivas Silva(rivas@ifuap.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla: Instituto de Física "Luis Rivera Terrazas"; *Expositor.*
En el presente trabajo, la predicción de la estructura cristalina de un sistema desordenado se logró a través de un código genético (USPEX) mediante la construcción de un pseudopotencial bajo la aproximación del cristal virtual (VCA) dentro del código de optimización de sólidos SIESTA. Dicha construcción permitió la predicción correcta de la celda de energía mínima del sistema mixto NaBr-KBr, encontrando que el sistema es isoestructural a sus materias primas (Grupo Espacial: Fm3 m). Complementario a la predicción cristalina, se sintetizó un monocristal del mismo sistema mixto y, a través del refinamiento, se descubrió que la celda corresponde exactamente a la encontrada por USPEX. El cristal mixto NaKBr2 presentó un acoplamiento de los patrones de difracción de sus materias primas, formando un patrón de difracción de monocristal. Sin embargo, el sistema no es estable en condiciones ambientales, lo que se refleja en la degradación de los dominios cristalinos y el colapso de la estructura monocristalina en sus materias primas. De esta manera, este trabajo ayuda a comprender mejor el comportamiento de los cristales con estructuras cristalinas similares.

M2258 **Propiedades estructurales y electrónicas del Ti3C2, un estudio DFT.** *Héctor David De Lara Berumen* (hdaviddlb@gmail.com), Universidad Autónoma de Zacatecas; Raúl Mauricio Torres Rojas(rtorres@fisica.uaz.edu.mx), Universidad Autónoma de Zacatecas; David Armando Contreras Solorio(dacs@yahoo.com.mx), Universidad Autónoma de Zacatecas; Agustín Enciso Muñoz(agustinenciso@gmail.com), Universidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.*
En 2011, los investigadores de la Universidad de Drexel describieron por primera vez los MXenes multicapa, producidos al eliminar las capas de Al de alguna fase MAX donde M es un metal de transición, A es algún elemento del grupo 13 o 14 y X es carbono y/o nitrógeno. Estos materiales han tomado gran relevancia ya que poseen una combinación inusual de propiedades químicas, físicas, eléctricas y mecánicas, exhibiendo características tanto metálicas como semiconductoras en diversas condiciones. El Ti3C2 fue el primer MXene producido en 2011, que tiene aplicaciones en diferentes áreas como desalinización y tratamiento de aguas residuales, batería y almacenamiento de energía, nano generadores triboeléctricos, sensores para diagnóstico médico, etc. En el marco de la Teoría del Funcional de la Densidad (DFT) con ayuda del código Wien 2k, calculamos las propiedades estructurales y electrónicas del MXene Ti3C2 tanto en su estructura multicapa (3D) como monocapa (2D).

M2291 **Estudio DFT de propiedades electrónicas y estructurales del Nb2C** *Marla Nayeli Hernández Delgado* (marlanayeli1826@gmail.com), Universidad Autónoma de Zacatecas; Raúl Mauricio Torres Rojas(rtorres@fisica.uaz.mx), Universidad Autónoma de Zacatecas; David Armando Contreras Solorio(dacs10@yahoo.com.mx), Universidad Autónoma de Zacatecas; Agustín Enciso Muñoz(agustinenciso@gmail.com), Universidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.*
Los MXenos son materiales por capas descritos por primera vez en 2011, los cuales se obtuvieron a partir de la fase MAX del Ti3AlC2, eliminando selectivamente las capas no deseadas de aluminio obteniendo Ti3C2. La M representa un metal de transición y la X a un carbono o un nitrógeno, su red atómica es hexagonal P63/mmc. La estructura de los MXenos se puede alterar mediante la ingeniería de estequiometria, dopaje, cepas, campos eléctricos externos, por esta razón tienen prometedoras aplicaciones tecnológicas.
El Nb2C se obtiene a partir de la fase MAX Nb2AlC, tiene grandes aplicaciones biotecnológicas como en terapia fototérmica (PDT), liberación de fármaco fotocontrolada así como aplicaciones en energía como en baterías de iones

de litio, en filtración y prometedores para la producción de hidrógeno fotocatalítico.
En este trabajo calculamos las propiedades estructurales y electrónicas del Nb2C por capas (3D) y la monocapa (2D) en el marco de la teoría funcional de la densidad con la ayuda del código WIEN2k.

M2056 **HNO3 as Nitrogen source in InSbN epitaxial layers growth by liquid phase epitaxy.**
*Francisco Javier De Anda Salazar* (f.deanda@gmail.com), Instituto de Investigación en Comunicación Óptica; Víctor Hugo Compeán Jasso(compean9@gmail.com), Instituto de Investigación en Comunicación Óptica; Andrei Gorbatchev(andre@cactus.iico.uaslp.mx), Instituto de Investigación en Comunicación Óptica; Mishurnyi Viatcheslav(slava@cactus.iico.uaslp.mx), Instituto de Investigación en Comunicación Óptica; Amparo Rodriguez Cobos(roca@cactus.iico.uaslp.mx), Instituto de Investigación en Comunicación Óptica; Claudia Verónica Silva Juárez(c_vero_sj@hotmail.com), Instituto de Investigación en Comunicación Óptica; Ulises Zavala Morán(ulyzavala@gmail.com), Instituto de Investigación en Comunicación Óptica; *Expositor.*
The incorporation of Nitrogen on Epitaxial Layers at temperatures under 1 000 °C by LPE it had been very difficult because of segregation coefficient of Nitrogen seems to be very low in Ga or In materials. Recently it has been reported a technique to introduce Nitrogen in epitaxial layers using polycrystalline GaN or InN as Nitrogen source but the composition of N in liquid phase is not well determined and the authors just indicate what they believe to be the effects of the Nitrogen in the epitaxial layer.
In this work we growth by LPE InSbN on InSb substrates using as Nitrogen source HNO3 (Nitric Acid) treated Indium. The layers grown with this novel technique, never reported before, are compared with simple InSb epitaxial layer grown with the usual LPE method with untreated Indium.
HRXRD rocking curves show evidence of the presence of Nitrogen in the epitaxial layer. Raman spectra are also presented.

M2455 **Síntesis y caracterización de calcogenuros de bismuto** $Fe-Bi_2Se_3$ **y** $Fe-Bi_2Te_2Se$ *Pedro Romero Moreno* (rpedro.phy@ciencias.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Martín Romero Martínez(mromero@ciencias.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; María Luisa Marquina Fábrega(marquina@unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Raúl Escamilla Guerrero(rauleg@unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Eugenia Paola Arévalo López(paola.arevalo@ciencias.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*
En este trabajo se presenta la síntesis por el método de estado sólido en atmósfera inerte para examinar la estructura cristalina y propiedades magnéticas de compuestos a base de calcogenuros de bismuto dopados con hierro. Los compuestos estudiados presentan una estructura cristalina romboedral (tipo tetradimita) con capas quíntuples, las cuales se distribuyen sobre el eje z de la forma Te-Bi-Te y Se-Bi-Se [1], estas capas quíntuples se unen por interacciones de Van der Waals lo que permite introducir un dopante y modificar las propiedades electrónicas del compuesto. Dependiendo del dopante se puede inducir superconductividad [2], magnetismo [3] o cambios en el tipo de portadores de carga [4]. Para modificar las propiedades electrónicas se eligió un metal de transición (Fe) en distintas cantidades. Mediante difracción de rayos X de polvos se efectuó la caracterización estructural. Las propiedades magnéticas se realizaron en un PPMS Dynacool marca Quantum Design. Los resultados obtenidos corresponden a los compuestos FexBi2Se3 y FexBi2Te2Se en donde x = 0.05-0.20.
Este trabajo ha sido financiado con el programa UNAM-DGAPA-PAPIIT (IN115219).
Referencias
[1] S. K. Mishra, S. Satpathy, O. Jepsen, J. Phys.: Condens. Matter 9, 461 (1997).
[2] Y. S. Hor, A. J. Williams, J. G. Checkelsky, P. Roushan, J. Seo, Q. Xu, H. W. Zandbergen, A. Yazdani, N. P. Ong, R. J. Cava, Phys. Rev. Lett. 104 (5), 057001 (2010).
[3] M. Liu, J. Zhang, C-Z. Chang, Z. Zhang, X. Feng, K. Li, Kang K. He, L-L. Wang, X. Chen, X. Dai, Z. Fang, Q-K. Xue, X. Ma, Y. Wang, Phys. Rev. Lett. 108 (3), 036805 (2012).
[4] Y. S. Hor, J.G. Checkelsky, D. Qu, N.P. Ong, R.J. Cava, J. Phys. Chem. Solids 72 (5), 572 (2011).

M2577 **Síntesis y caracterización del ternario semiconductor** $CdS_{0.5}Se_{0.5}$ **por Ablación Láser.**
*Luis Ángel Bibiano Salas* (luisan_bibiano@hotmail.com), Instituto Politécnico Nacional; Luis Arturo Martinez Ara(arturito5552@hotmail.com), Instituto Politécnico Nacional; Giovanni Eboli Castro(ebolicasg@hotmail.com), Instituto Politécnico Nacional; María De Los Ángeles Hernández Pérez(angeleshp@yahoo.com), Instituto Politécnico Nacional; Jorge Ricardo Aguilar Hernández(jrah64@yahoo.com.mx), Instituto Politécnico Nacional; *Expositor.*
Se presenta el estudio de las propiedades estructurales y ópticas de películas semiconductoras del compuesto ternario $CdS_{0.5}Se_{0.5}$ así como de los compuestos binarios sulfuro de cadmio ($CdS$) y selenuro de cadmio ($CdSe$). Las películas fueron depositadas por la técnica de Ablación Laser sobre sustratos de vidrio, cuarzo y silicio. La presión dentro de la cámara de crecimiento fue de $2.5x10^{-6}$ torr, los substratos fueron calentados a una temperatura de 400°C para el $CdS$ y de 500°C tanto para el $CdSe$ como para el $CdSe_{0.5}S_{0.5}$, el tiempo de depósito fue de 30 min. Se usó un láser pulsado Nd:YAG

con longitud de onda de 1064 nm, con frecuencia de 30 Hz y a una potencia de 1.8 W.
Se obtuvieron películas con espesor de 1 $\mu$m para el $CdS$, 1.2 µm para el $CdSe$ y 1.4 $\mu$m para el $CdSe_{0.5}S_{0.5}$. Por difracción de rayos X se sabe que las películas son policristalinas con orientación principal en el plano (002) de la fase hexagonal. Por espectroscopia de absorción UV-Vis se obtiene que el valor de la banda prohibida del ternario $CdS_{0.5}Se_{0.5}$ es 1.9 eV, mientras que para $CdS$ 2.39 eV y 1.68 eV para $CdSe$. Los espectros de fotoluminiscencia a temperatura ambiente muestran bandas de emisión centradas en 1.9 eV para el $CdS_{0.5}Se_{0.5}$, en 2.4 y 1.7 eV para el $CdS$ y el $CdSe$ respectivamente. Se estudia el corrimiento en el ancho de banda prohibida del ternario respecto a los binarios, el cual se genera principalmente a partir de la incorporación de selenio en posiciones del azufre en el arreglo cristalino. El valor del ancho de banda prohibida del ternario respecto a su composición está de acuerdo con trabajos previamente publicados.

M1848 **Metal-insulator transition in $8-P$ mmn borophene under normal incidence of electromagnetic radiation** *Abdiel De Jesús Espinosa Champo* (abdielespinosa@estudiantes.fisica.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Gerardo García Naumis(naumis@fisica.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*
The energy spectrum for the problem of $8-Pmmn$ borophene's electronic carriers under normal incidence of electromagnetic waves is studied without the use of any perturbative technique. This allows us to study the effects of very strong fields. To obtain the spectrum and wave functions, the time-dependent Dirac equation is solved by using a frame moving with the space-time cone of the wave, i.e., by transforming the equation into an ordinary differential equation in terms of the wave phase, leading to an electron-wave quasiparticle. The limiting case of strong fields is thus analyzed. The resulting eigenfunctions obey a generalized Mathieu equation, i.e., of a classical parametric pendulum. The energy spectrum presents bands and a gap at the Fermi energy. The gaps are due to the space-time diffraction of electrons in phase with the electromagnetic field, i.e., electrons in borophene acquire an effective mass under strong electromagnetic radiation.

M2684 **Estimación de las propiedades efectivas en compuestos visco-elásticos formados por fibras distribuidas periódicamente** *Raúl Martínez Rosado* (rrosado@tec.mx), Tecnológico de Monterrey, Campus Estado de México; José Antonio Otero Hernández(j.a.otero@tec.mx), Tecnológico de Monterrey, Campus Estado de México; Reinaldo Rodríguez Ramos(reinaldo@matcom.uh.cu), Universidad de La Habana; *Expositor.*
Se considera un compuesto visco-elástico reforzado con fibras. Las fibras se distribuyen periódicamente a lo largo de las dos direcciones perpendiculares a la orientación de las fibras. Se estudiarán casos de celdas cuadradas y celdas hexagonales. En el compuesto visco-elástico las propiedades materiales dependen del tiempo; por lo cual, se estudian las propiedades efectivas en función del tiempo. Escogeremos en nuestro estudio modelos visco-elásticos tales como: Modelo de Maxwell, Modelo de Kelvin, Modelo de Series de Prony y Modelo de Rabotnov. Comparaciones entre los modelos visco-elásticos serán presentadas. Los seis problemas locales obtenidos de la aplicación del Método de Homogeneización Asintótica son resueltos utilizando el Método de Elemento Finito. Esta combinación de métodos le llamamos Método Semi-analítico para calcular propiedades efectivas. Se presentan resultados numéricos para las propiedades efectivas y se compararan con fórmulas cerradas.

M2360 **INDUCED BOUND STATES BY MONOPOLE AND POINT DIPOLE ELECTRIC IMPURITIES IN STRAINED GRAPHENE** *Julio César Pérez Pedraza* (julio.perez@umich.mx), INSTITUTO DE FÍSICA Y MATEMÁTICAS, UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO; Alfredo Raya Montaño(alfredo.raya@umich.mx), INSTITUTO DE FÍSICA Y MATEMÁTICAS, UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO; *Expositor.*
Graphene lies in the spotlight for the scientific community because of its intriguing properties never seen before in conventional materials. In particular, it mechanical resistance makes it able to sustain strains larger than 20%, which opens the possibility to tune its electronic properties by strain (Straintronics). Strain in graphene additionally produces intense pseudo-magnetic fields, which play an important role for example in the development of Landau levels without an external applied magnetic field. Also, the atomic collapse phenomenon, predicted by Relativistic Quantum Mechanics, was recently achieved with a charged impurity center in graphene and it has been shown that such phenomenon can happen under less restrictive conditions by the inclusion of an external magnetic field. In this work, we study the problem of bound states in graphene under the influence of point electric monopole and dipole impurity potentials extended to the case in which the membrane of this material strained. By considering an anisotropic Fermi velocity, we analytically solve the resulting Dirac equation for each potential. We observe that the effect of the anisotropy is to promote or inhibit the critical behavior known to occur for each kind of impurity, depending on the direction along which strain is applied: Both the atomic collapse in the case of a monopole impurity, and the emergence of cascades of infinitely many bound states with a universal Efimov-like scaling for dipole impurity, are phenomena that occur under lesser or greater restrictive conditions due to strain.

M2389 **Estudios de las propiedades estructurales y electrónicas de la superficie AlN(111) en fase NaCl usando primeros principios** *Joselyn Ruiz González* (yoosyo1800@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Gregorio Hernández Cocoletzi(cocoletz@ifuap.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*
Se investigan las propiedades estructurales y electrónicas de la superficie (111) del nitruro de aluminio (AlN) en su fase cloruro de sodio (AlN(111)). También se estudia el depósito de arsénico (As) sobre esta superficie. Hacemos notar que la fase cloruro de sodio es metaestable, sin embargo, no se descarta la posible síntesis en esta geometría. Se emplea la teoría del funcional de la densidad (DFT) tal como está desarrollada en el código PWscf del paquete quantum espressso. Los efectos de correlación e intercambio se tratan usando las aproximaciones de gradiente generalizado (GGA). Los cálculos se inician determinando el parámetro de red en el volumen. Posteriormente se realiza el depósito del As sobre la superficie AlN(111)-(2x2). La cobertura del As va desde ¼ hasta una monocapa. Los adatomos de As se depositan en sitios de alta simetría. Se determinan las estructuras más favorables para cada cobertura y se muestra que el As es un surfactante para la superficie AlN(111) cuando se deposita una monocapa completa de As. Este resultado es interesante ya que nos indica que el sistema puede usare como un sustrato para el crecimiento epitaxial de semiconductores. Obtenemos también las densidades de estado total (DOS) y densidad de estados proyectadas (PDOS) para determinar el carácter semiconductor o metálico de la superficie con y sin As.

M2614 **Caracterización de Celdas Solares por espectroscopía de fotovoltaje superficial.** *Andy Maelo(aferrer@estudiantes.fisica.uh.cu), Universidad de La Habana; Carlos Calvo Mola(ccalvo@estudiante.fisica.uh.cu), Universidad de La Habana; Jesús Javier Ortega Cabrera* (jesus.ortegacbr@uanl.edu.mx), Universidad Autonoma de Nuevo Leon; Arturo Abelenda Garcia(aabelenda@gmail.com), Universidad Autónoma de Yucatán; Maria Sanchez Colina(maruchy@fisica.uh.cu), Universidad de La Habana; *Expositor.*
La espectroscopía de fotovoltaje superficial (SPS, por sus siglas en inglés) es una de las técnicas más sencillas y efectivas para caracterizar materiales semiconductores. En este trabajo, utilizando una lámpara de tungsteno cuyo espectro ha sido modelado como el de un cuerpo negro a una temperatura de 3500 K, se mide el fotovoltaje superficial de varias celdas comerciales con diferentes estructuras. Se realizó una modelación del fotovoltaje generado resolviendo la ecuación de continuidad para los portadores. A partir de las singularidades matemáticas de las ecuaciones que describen las densidades de corrientes generadas se propone un nuevo método para hallar la longitud de difusión de portadores minoritarios y para la caracterización de las celdas.

M2570 **Propiedades físicas de películas ultradelgadas de niobio y silicio para su uso en nanoestructuras superconductor-dieléctrico** *Javier González Medrano* (javiergm@ifuap.buap.mx), Instituto de Física, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.; Francisco Javier Flores-Ruiz(fflores@ifuap.buap.mx), CONACYT-Instituto de Física, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.; Valentín García-Vazquez(lema@ifuap.buap.mx), Instituto de Física, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Felipe Pérez-Rodríguez(fperez@ifuap.buap.mx), Instituto de Física, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.; *Expositor.*
Este trabajo presenta un estudio de las monocapas que formarán parte de un sistema nanoestructurado superconductor-dieléctrico. El superconductor es niobio y el dieléctrico es silicio, ambos depositados sobre sustratos de Si(100) en un sistema magnetrón sputtering con vacío base de $1\times10^{-9}$ Torr. Con el objetivo de obtener los valores de resistividad eléctrica más bajos posibles en las películas de niobio, se realizaron variaciones en la presión de depósito a 5, 10 y 15 mTorr. La resistividad eléctrica se midió en un rango de temperaturas desde 10.5 hasta 300 K utilizando la técnica de cuatro puntas y el método de Van der Pauw. Las películas de silicio también se depositaron a 5, 10 y 15 mTorr. Un aspecto importante que debe tomarse en cuenta para ensamblar el sistema nanoestructurado, es la rugosidad de la superficie de las capas de niobio y silicio. Películas de rugosidad baja pueden considerarse como placas, mientras que películas de rugosidad alta pueden conducir a un intermezclado niobio-silicio y afectar las propiedades eléctricas en el sistema nanoestructurado. La morfología de nuestras películas de niobio y silicio se evaluó mediante microscopía de fuerza atómica. Se encontró que rugosidad de las películas de niobio y silicio incrementa conforme aumenta la presión de depósito. Las películas depositadas a una presión de 5 mTorr tienen un valor de rugosidad cuadrática media menor a 1.5 nanómetros, mientras que la resistividad de la película de niobio depositada a esa presión fue la más baja. Estos resultados indican que ambas películas son buenas candidatas para formar el sistema nanoestructurado superconductor-dieléctrico.

M2633 **Resonancias de Fano y procesos directos en el límite de resonancias aisladas** *Erick Yotam Pérez Herrera* (yotamherrera21@gmail.com), Departamento de Física, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa; Moisés Martínez Mares(moi@xanum.uam.mx), Departamento de Física, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa; *Expositor.*
Analizamos el efecto de los procesos directos en la forma de la resonancia, en el límite de resonancias aisladas, por medio de una transformación de la matriz de dispersión que se sabe añade procesos directos a la dispersión resonante. Consideramos la resonancia aislada ideal y la escribimos en la forma de resonancia de

Fano para derterminar el factor de asimetría o de Fano. Asimismo, usamos la misma tranformación a la inversa para determinar la forma de la resonancia en ausencia de procesos directos.

M2587 **Influencia de la temperatura del sustrato en el procesamiento de películas delgadas de sulfuro de indio procesadas por la técnica de erosión catódica RF.** *María Fernanda García Mejía* (mgarciam1216@alumno.ipn.mx), Escuela Superior de Física y Matemáticas del Instituto Politécnico Nacional; Jorge Sastré Hernández(sastrehj@hotmail.com), Escuela Superior de Física y Matemáticas del Instituto Politécnico Nacional; Jorge Ricardo Aguilar Hernández(jrah64@yahoo.com.mx), Escuela Superior de Física y Matemáticas del Instituto Politécnico Nacional; Miguel Tufiño Velázquez(mtufino@esfm.ipn.mx), Escuela Superior de Física y Matemáticas del Instituto Politécnico Nacional; *Expositor.*
Se procesaron películas delgadas de sulfuro de indio por la técnica de erosión catódica RF, sobre sustratos de vidrio variando su temperatura desde 24 a 350 °C, manteniendo constante la frecuencia de 75 W de la fuente de radiofrecuencia. Se realizaron caracterizaciones de difracción de rayos X (DRX), microscopía electrónica de barrido (MEB), espectroscopía de dispersión de rayos X (EDX), absorción óptica UV-Vis (OA) y resistividad eléctrica. De los difractogramas obtenidos por DRX se determinó una estructura policristalina de la fase beta del sulfuro de indio en las películas procesadas, por medio de las micrografías de MEB se observó un tamaño de grano promedio de 32 nm, el análisis de EDX confirmó que el material depositado es sulfuro de indio, de los datos proporcionados por OA se determinó una variación de ancho de banda prohibida y el orden de la resistividad eléctrica fue de $10^3\Omega$ cm.

M2057 **Incorporation of Nitrogen in GaSbN epitaxial layers grown by liquid phase epitaxy.** *Víctor Hugo Compeán Jasso* (compean9@gmail.com), Instituto de Investigación en Comunicación Óptica; Francisco Javier De Anda Salazar(f.deanda@gmail.com), Instituto de Investigación en Comunicación Óptica; Andrei Gorbatchev(andre@cactus.iico.uaslp.mx), Instituto de Investigación en Comunicación Óptica; Mishurnyi Viatcheslav(slava@cactus.iico.uaslp.mx), Instituto de Investigación en Comunicación Óptica; Amparo Rodriguez Cobos(roca@cactus.iico.uaslp.mx), Instituto de Investigación en Comunicación Óptica; Claudia Verónica Silva Juárez(c_vero_sj@hotmail.com), Instituto de Investigación en Comunicación Óptica; Ulises Zavala Morán(ulyzavala@gmail.com), Instituto de Investigación en Comunicación Óptica; *Expositor.*
The incorporation of Nitrogen on Epitaxial Layers at temperatures under 1 000 °C by LPE it had been very difficult because of segregation coefficient of Nitrogen seems to be very low in Ga or In materials. Recently it has been reported a technique to introduce Nitrogen in epitaxial layers using polycrystalline GaN or InN as Nitrogen source but the composition of N in liquid phase is not well determined and the authors just indicate what they believe to be the effects of the Nitrogen in the epitaxial layer.
In this work we growth by LPE GaSbN on GaSb substrates using as Nitrogen source HNO3 (Nitric Acid) treated Gallium. The layers grown with this novel technique, never reported before, are compared with simple GaSb epitaxial layer grown with the usual LPE method with untreated Gallium.
HRXRD rocking curves show evidence of the presence of Nitrogen in the epitaxial layer. Raman spectra and photoluminescence are also presented.

M2659 **Propiedades luminiscentes de soluciones sólidas de $Y_2O_3$ con $Pr^{3+}$ e $Yb^{3+}$** *Alexis Miguel Eugenio* (alex.basher06@gmail.com), Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa; Germán López Pacheco(exnastral@outlook.com), Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa; Enrique Barrera Calva(ebc@xanum.uam.mx), Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa; Federico González García(fgg@xanum.uam.mx), Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa; *Expositor.*
El $Y_2O_3$ se ha utilizado como material huésped en un sinnúmero de aplicaciones ópticas debido a sus propiedades físicoquímicas. Posee baja toxicidad y alta estabilidad química; tiene una energía fonónica máxima relativamente baja ( 600 cm-1) que es favorable para aplicaciones luminiscentes, de ahí que el $Y_2O_3$ dopado con iones lantánidos haya sido ampliamente utilizado en pantallas y dispositivos emisores de luz. En este trabajo, se presenta la caracterización de las propiedades estructurales y ópticas de las soluciones sólidas de $Y_2O_3$ con $Pr^{3+}$ e $Yb^{3+}$ con las siguientes composiciones $Y_{0.995}Pr_{0.005}O_3$, $Y_{0.975}Yb_{0.025}O_3$, $Y_{0.97}Pr_{0.005}Yb_{0.25}O_3$ y $Y_{0.945}Pr_{0.005}Yb_{0.50}O_3$. Todos los compuestos, incluyendo al óxido de itrio puro, se sintetizaron mediante el método de coprecipitación reversa. La estructura cristalina se analizó a partir del ajuste completo del perfil de los patrones de difracción de rayos X. A partir de este análisis se cuantificó el parámetro de la celda cristalina que posee simetría cúbica compatible con el grupo espacial $Ia-3$ (206); así como el tamaño promedio de cristalito. El parámetro de red, al nivel del error del refinamiento instrumentado, no muestra cambios en las soluciones sólidas con los lantánidos respecto al óxido de itrio puro. Los tamaños promedio de cristalito están en por debajo de los 100 nm. La caracterización de las propiedades ópticas de los materiales se llevó a cabo a partir de la medición de espectros de reflectancia difusa, emisión y excitación. Los espectros de reflectancia difusa permitieron determinar el valor de la energía de la banda prohibida en el $Y_2O_3$, que resultó ser aproximadamente de 5.6 eV, en concordancia con lo reportado en la literatura. Los espectros de

reflectancia difusa de las composiciones con $Pr^{3+}$ e $Yb^{3+}$, además de la señal correspondiente a la transición interbanda del $Y_2O_3$, presentan máximos que, en el caso del $Yb^{3+}$, es compatible con un estado de transferencia de carga ligante metal (TCLM) $O^{2-/-} \rightarrow Yb^{3+/2+}$ en tanto que para las que incluyen $Pr$, éstos pueden asociarse a la transición $4f-5d$ del $Pr^{3+}$ y a una transición de un estado TLMC $O^{2-/-} \rightarrow Pr^{4+/3+}$, lo cual pone de manifiesto que el Pr, incorporado originalmente con valencia 3+, al menos, parcialmente, se oxida. Los espectros de excitación para estas mismas composiciones apoyan los resultados anteriores. Para sustentar este conjunto de hallazgos se construyó el diagrama de niveles de energía a partir del formalismo del modelo del corrimiento químico, el cual permite referir los niveles del $Pr^{3+}$ y del $Yb^{3+}$ con relación a las bandas de valencia y conducción del $Y_2O_3$ bajo una referencia única de energía: la del vacío. Finalmente, los espectros de emisión presentan máximos asociados a las transiciones $f-f$ del $Pr^{3+}$ e $Yb^{3+}$, ofreciendo evidencia adicional de que éstos se han incorporado al $Y_2O_3$.

M2205 **Polarización de valles-espines y magnetoresistencia en siliceno en estructuras Cantor con efecto de proximidad magnética** *Luis Alberto Díaz Valerio* (Luis_Valerio17@hotmail.com), Unidad Académica de Ciencia y Tecnología de la Luz y la Materia, Universidad Autónoma de Zacatecas; Rogelio Rodríguez González(rodriguezglez.r@gmail.com), Centro de Investigación en Ingeniería y Ciencias Aplicadas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos; Sergio Molina Valdovinos(sergiomv@uaz.edu.mx), Unidad Académica de Ciencia y Tecnología de la Luz y la Materia, Universidad Autónoma de Zacatecas; Isaac Rodríguez Vargas(isaac@uaz.edu.mx), Unidad Académica de Ciencia y Tecnología de la Luz y la Materia, Universidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.*
En este trabajo investigamos las propiedades de la polarización de valles-espines y magnetoresistencia en estructuras complejas basadas en siliceno. En particular, este tipo de estructura sigue el espaciamiento geométrico del conjunto Cantor. Dentro de este contexto, se aplica una modulación aperiódica en las regiones de barreras por medio de electrodos ferromagnéticos, donde además la estructura de bandas del siliceno se ve modificada por un efecto externo como el campo eléctrico. Las propiedades de transmisión y transporte se obtienen numéricamente con ayuda del método de la matriz de transferencia y del formalismo de Landauer-Büttiker, respectivamente. De esta manera, analizamos las características de la polarización de valles-espines al variar los parámetros estructurales relacionados con la construcción del sistema de interés como lo son la generación, alto de la barrera y longitud del sistema. Por último, abordamos diferentes configuraciones de magnetización a lo largo de la estructura compleja, alternando la orientación de las barreras magnéticas adyacentes en el siguiente orden: paralela y antiparalela.

M2630 **Efecto del flujo Aharonov-Bohm en la fase de Friedel y el tiempo de retardo de Wigner** *Javier Ruíz Rubio* (al2112008181@gmail.com), Departamento de Física, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa; Moisés Martínez Mares(moi@xanum.uam.mx), Departamento de Física, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa; Eleuterio Castaño Tostado(ele@xanum.uam.mx), Departamento de Física, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa; *Expositor.*
Estudiamos el efecto de un flujo magnético en la distribución de la fase de la matriz de dispersión de un anillo balístico, concectado a un reservorio electrónico por medio de un alambre balístico con un canal. ambién determinamos el tiempo de retardo de Wigner y lo comparamos con la distribución de la fase. Encontramos que la distribución de la fase no coincide con el kernel de Poisson para una de las resonancias que se superponen por pares, pero sí lo hace si se consideran ambas resonancias. En cualquier caso, la distribución de la fase se describe bién por el recíproco del tiempo de retardo. Finalmente, efecto del flujo magnético no desaparece en la distribución del tiempo de retardo al considerar una y dos resonancias que se traslapan.

M2597 **Linearized Analytical Solution Of PDE Heat Transfer In A Solid Material Excited By Light With Radiant Thermal Losses** *Felipe Román Puch Ceballos* (frpuch@fisica.uaz.edu.mx), Academic Unit of Physics, Autonomous University of Zacatecas; Raúl González-García(raulgg@uaslp.mx), Faculty of Chemical Sciences, Autonomous University of San Luis Potosi; Rumen I. Tsonchev(rumen5252@yahoo.com.mx), Academic Unit of Physics, Autonomous University of Zacatecas; Miguel A. Ruiz-Cabrera(mruiz@uaslp.mx), Faculty of Chemical Sciences, Autonomous University of San Luis Potosi; Alicia Grajales-Lagunes(grajales@uaslp.mx), Faculty of Chemical Sciences, Autonomous University of San Luis Potosi; José J. Villa-Hernández(jvillah@yahoo.com), Academic Unit of Electrical Engineering, Autonomous University of Zacatecas; Daniel Alaniz-Lumbreras(dalaniz@uaz.edu.mx), Academic Unit of Electrical Engineering, Autonomous University of Zacatecas; *Expositor.*
A method to linearize partial differential equations (PDEs) of heat diffusion and its initial with boundary conditions in a wide interval of temperature is presented. Thus, an analytical solution of the heat conduction problem was achieved in a virtual experiment performed in a lead wall with an ideally established configuration. For other arrangements where an analytical solution is not possible, simple standard programs can be used as an alternative to solve the linearized partial differential equations obtained with the proposed method. A sophisticated computer program as the standard gold method of COMSOL Multiphysics® was used for the evaluation of error of procedure. It was validated that the

relative error of the analytical solution, in comparison to the digital simulation with COMSOL Multiphysics, can be found without the need to own and use the COMSOL Multiphysics program. For our configuration, the error is 1.16% and focuses on the initial part of the process.

M2731 **Germaneno decorado con metales alcalinos y de transición para el almacenamiento de hidrógeno: un estudio DFT** *Akari Narayama Sosa Camposeco* (asosacamposeco@gmail.com), Instituto Politécnico Nacional; Francisco De Santiago Varela(francisco.desantiago.gin2014@gmail.com), Instituto Politécnico Nacional; Álvaro Miranda Durán(amirandad@gmail.com), Instituto Politécnico Nacional; Alejandro Trejo Baños(alejandtb13@gmail.com), Instituto Politécnico Nacional; Fernando Salazar Posadas(fsalazar.posadas@gmail.com), Instituto Politécnico Nacional; Luis Antonio Pérez López(lperez@fisica.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Miguel Cruz-Irisson(irisson.ipn@gmail.com), Instituto Politécnico Nacional; *Expositor.*
Recientemente las nanoestructuras bidimensionales (2D) han sido investigadas extensamente debido a sus propiedades extraordinarias físicas y químicas y han sido consideradas para posibles aplicaciones en el almacenamiento de hidrógeno, baterías, sensores químicos, etc. En el último lustro, se ha investigado que los metales alcalinos (MA) y metales de transición (MT) se han usado para funcionalizar diferentes nanoestructuras 2D. Además, se han realizado investigaciones donde muestran que las decoraciones con metales pueden incrementar la interacción con las moléculas de H2. Motivados por los trabajos de estructuras 2D funcionalizados con metales, se realizaron cálculos basados en la teoría del funcional de la densidad (DFT) para estudiar la adsorción de moléculas de H2 en germaneno pristino y germaneno decorado con MA y MT. Se modelo una supercelda de 4×4, que se utilizó para todos los cálculos de adsorción de MT y moléculas de H2. Los resultados de las energías de enlace indican que la interacción entre los átomos de MA(MT) con el germaneno es muy fuerte, y para todos los metales el sitio más favorable fue el sitio hexagonal del germaneno. Todas las energías de adsorción de las moléculas de H2 en MA y MT están en el rango de fisisorción, lo cual es deseable para el proceso de desorción. El germaneno decorado con K tiene la mayor capacidad de almacenamiento, siendo capaz de adsorber hasta 6 moléculas de H2, por otra parte, el germaneno decorado con átomos de Au y Na adsorben hasta 5 y 4 moléculas, respetivamente. Los átomos de Li y Ag en germaneno pueden adsorber un máximo de 3 moléculas, mientras que el Cu en germaneno solo puede adsorber una molécula de H2. Los resultados indican que el germaneno decorado con MA y MT pueden servir como medios de almacenamiento de hidrógeno.

M2246 **Estudio de las propiedades termoeléctricas en superredes aperiódicas construidas a base de siliceno** *Eric Jovani Guzmán Ortiz* (eric-gio@hotmail.com), Unidad Académica de Ciencia y Tecnología de la Luz y la Materia, Universidad Autónoma de Zacatecas, Carretera Zacatecas-Guadalajara Km. 6, Ejido La Escondida, C.P. 98160, Zacatecas, Zacatecas, México; Sergio Molina Valdovinos(sergiomv@uaz.edu.mx), Unidad Académica de Ciencia y Tecnología de la Luz y la Materia, Universidad Autónoma de Zacatecas, Carretera Zacatecas-Guadalajara Km. 6, Ejido La Escondida, C.P. 98160, Zacatecas, Zacatecas, México; Isaac Rodríguez Vargas(isaac@uaz.edu.mx), Unidad Académica de Ciencia y Tecnología de la Luz y la Materia, Universidad Autónoma de Zacatecas, Carretera Zacatecas-Guadalajara Km. 6, Ejido La Escondida, C.P. 98160, Zacatecas, Zacatecas, México; Outmane Oubram(oubram@uaem.mx), Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Av. Universidad 1001, Col. Chamilpa, 62209 Cuernavaca, Morelos, México.; Oracio Navarro Chávez(navarro@unam.mx), Unidad Morelia del Instituto de Investigaciones en Materiales, Universidad Nacional Autónoma de México, Antigua Carretera a Pátzcuaro No. 8701, Col. Ex Hacienda de San José de la Huerta, 58190 Morelia, Michoacán, México.; *Expositor.*
A partir del descubrimiento y la síntesis del grafeno, la investigación en materiales de baja dimensión se ha incrementado significativamente. En particular, el silíceno ha demostrado excepcionales propiedades electrónicas tales como un intenso acoplamiento espín-órbita y un gap de energía al nivel de Fermi, cualidades ideales para aplicaciones en espintrónica y para el desarrollo de dispositivos con capacidades superiores. En este trabajo se investigan el transporte balístico y las propiedades termoeléctricas de un dispositivo construido a base de siliceno. Con la reducción de la dimensionalidad y la nano-estructuración a través de superredes de potenciales electrostáticos (gated superlattices) es posible redistribuir la densidad de estados, lo cual concede la oportunidad de mejorar el coeficiente de Seebeck y el factor de potencia. Nuestros resultados demuestran que la implementación de secuencias aperiódicas de la superred (Fibonacci, Thue-Morse y Cantor) aumentan significativamente el factor de potencia, el cual está directamente relacionado con la eficiencia de convertir calor en energía eléctrica.

M2507 **Síntesis verde de nanopartículas de óxido de hierro usando extracto de café de reúso.** *Jesús A. León Flores* (jleon@ciencias.unam.mx), Departamento de Física, Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México; José Luis Pérez Mazariego(mazariego@ciencias.unam.mx), Departamento de Física, Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México; Daniel Rubén Flores López(jouged@ciencias.unam.mx), Departamento de Física, Facultad de Ciencias.*

*Universidad Nacional Autónoma de México; Raúl W. Gómez González(rgomez@unam.mx), Departamento de Física, Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México; Raúl Escamilla Guerrero(rauleg@unam.mx), Instituto de Investigaciones en Materiales, Universidad Nacional Autónoma de México.; Jesús A. Arenas Alatorre(jarenas@fisica.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México.; *Expositor.*

Se presenta la síntesis de nanopartículas de óxido de hierro usando extracto de café de reúso y cloruro férrico. Las nanopartículas fueron caracterizadas por difracción de rayos X, espectroscopía Mössbauer y microscopía electrónica de transmisión.

M2629 **Tiempo de retardo de Wigner y kernel de Poisson en la dispersión resonante de un canal** *Blanca Angélica González Morales* (gombstar@xanum.uam.mx), Universidad Autónoma Metropolitana; Moisés Martínez Mares(moi@xanum.uam.mx), Universidad Autónoma Metropolitana; *Expositor.*

En el análisis de los sistemas mesoscópicos se estudian efectos de desfasamiento cuántico que dan origen a interferencia cuántica. En esta charla se discute el comportamiento de la matriz de dispersión resonante de un canal con un potencial delta, se analiza la fase de Friedel y el kernel de Poisson para este sistema. Los resultados así obtenidos muestran que el recíproco del tiempo de retardo coincide con el kernel de Poisson.

M2702 **Teorema de Reciprocidad en YBa2Cu3O7-x** *Joaquín Munive Parra* (jac_4958@gmail.com), Instituto de Física, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Apdo. Postal J-48, Puebla, Pue., Mexico 72570; Jorge Alberto Polito Lucas(polito@ifuap.buap.mx), Instituto de Física, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Apdo. Postal J-48, Puebla, Pue., Mexico 72570; Francisco Javier Flores Ruiz(fflores@ifuap.buap.mx), CONACYT - Instituto de Física, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Apdo. Postal J-48, Puebla, Pue., Mexico 72570; Valentín García Vázquez(lema@ifuap.buap.mx), Instituto de Física, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Apdo. Postal J-48, Puebla, Pue., Mexico 72570; Felipe Pérez Rodríguez(fperez@ifuap.buap.mx), Instituto de Física, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Apdo. Postal J-48, Puebla, Pue., Mexico 72570; *Expositor.*

Se investigó la simetría en el circuito de la Técnica de Cuatro Puntas al emplearse en materiales superconductores. La Técnica de Cuatro Puntas consiste en suministrar a la muestra de prueba una corriente y medir por separado la caída de voltaje. La simetría en el circuito eléctrico se estudió intercambiando la fuente de corriente y el medidor de voltaje. Este tipo de simetría es conocido en Electrónica como Teorema de Reciprocidad. Se estudiaron todas las posibles combinaciones que pueden hacerse en los cuatro contactos eléctricos que forman la Técnica de Cuatro Puntas al intercambiar la fuente de corriente y el medidor de voltaje. Se utilizó el compuesto superconductor YBa2Cu3O7-x como muestra de prueba y se realizaron las mediciones eléctricas en función de la temperatura con la finalidad de observar posibles rompimientos en la simetría del circuito eléctrico. Nuestros resultados muestran que el Teorema de Reciprocidad se cumple tanto en el estado normal como en el estado superconductor, indicando que se conserva una simetría en el circuito durante ambos estados. Sin embargo, durante la transición superconductora, el Teorema de Reciprocidad deja de cumplirse, indicando que existe un rompimiento gradual de la simetría en el circuito conforme se pasa del estado normal al estado superconductor, volviendose a recuperar dicha simetría una vez que se logra el estado superconductor.

M2792 **Efecto de la adsorción de metales en las propiedades estructurales y electrónicas de nanoalambres de silicio** *Kevin Jafet Garcia Caraveo* (kevin.garcia.gin2020@gmail.com), Instituto Politécnico Nacional; José Eduardo Santana(eduardo.santana.gin.2017@gmail.com), Instituto Politécnico Nacional; Álvaro Miranda Durán(amirandad@gmail.com), Instituto Politécnico Nacional; Luis Antonio Pérez(lperez@fisica.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Miguel Cruz Irisson(irisson.ipn@gmail.com), Instituto Politécnico Nacional; *Expositor.*

La investigación sobre las propiedades físicas y químicas de los nanoalambres de silicio (SiNW) ha logrado alcanzar un gran desarrollo en distintos campos tales como la ingeniería, medica, etc. Dicho material posee propiedades únicas, tales como las electrónicas, mecánicas, etc, y tiene potenciales aplicaciones en baterías de iones de litio, celdas solares, diferentes tipos de sensores, etc. De la misma forma, la modificación de la superficie de los nanoalambres, utilizando diferentes elemento, grupos funcionales o moléculas, ha sido estudiada teórica y experimentalmente para cambiar sus propiedades físico-químicas. Entre estas modificaciones esta la decoración con átomos metálicos, tales como Au, Ag, Cu, etc. Motivados por estos estudios y aplicaciones se realizaron cálculos basados en la teoría del funcional de la densidad (DFT) para estudiar la interacción entre cada uno de estos metales y los nanoalambres de silicio. Se calcularon las energías de adsorción, distancias de enlace y transferencias de carga entre los metales y los SiNW. Además, se analizaron las estructuras de bandas electrónicas y las densidades de estados parciales, así como las energías de formación. Los resultados muestran que la interacción es más intensa con el átomo de Cu, seguida por el Au y siendo la menos intensa con el átomo de Ag. Los resultados nos muestran que los distintos metales tienen gran interacción con los SiNW, lo que nos podría indicar que estos sistemas (SiNW + metal) podrían ser utilizados para aplicaciones

en la adsorción de diferentes agentes químicos y biológicos, catálisis y almacenamiento de energía.

M2826 **Magnetismo en superficie de mocapas de vanadio sobre W(100)** *Alberto Rubio Ponce* (arp@azc.uam.mx), Universidad Autónoma Metropolitana - Azcapotzalco; Daniel Olguín Melo(daniel.olguin@cinvestav.mx), Centro de Investigación y de Estudios Avanzados; Aaron Aguayo González(aguayo@uady.mx), Universidad Autónoma de Yucatán; Romeo De Coss Gómez(romeo.decoss@cinvestav.mx), Centro de Investigación y de Estudios Avanzados Unidad Mérida; *Expositor.*

La actividad magnética en superficies de materiales que en volumen no son magnéticos es un tema de interés. En particular, en el caso de monocapas de metales de transición, la interacción entre las monocapas superficiales con el sustrato puede conducir a un comportamiento magnético inusual donde la la tensión y la hibridación juegan un papel muy importante. En este trabajo, hemos estudiado las propiedades estructurales, electrónicas y magnéticas de moncapas de V sobre W(100). Los cálculos fueron realizados con el método FP-LAPW (Full Potential-Linearized Augmented Plane Wave), utilizando la aproximación de densidad local (LDA), la aproximación de gradiente generalizado (GGA) y el funcional B3LYP para la energía de intercambio-correlación, incluyendo el término de acoplamiento espín-órbita. Se encontró una transición magnética a no magnética en la superficie en función del número de monocapas de vanadio. Para los casos de una monocapa y bicapa, encontramos que la fuerte hibridación entre los orbitales 3d de la capa superior y los orbitales 5d del sustrato definen las características de la densidad superficial de estados electrónicos, lo que resulta en un momento magnético en la superficie de 1.06 $\mu$B, 1.42 $\mu$B, 1.21 $\mu$B para 1V/W(100) y 0.53 $\mu$B, 1.07 $\mu$B, 0.71 $\mu$B para 2V/W (100) con las aproximaciones LDA, GGA y B3LYP, respectivamente. En contraste, para el sistema 3V/W(100) el magnetismo en la superficie desaparece.

M2253 **Perovskitas Ruddlesden-Popper (Un estudio DFT)** *Diego Armando Juárez Rosales* (diegojuarezrosales@gmail.com), Unidad Academica de Fisica UAZ; David Armando Contreras Solorio(dacs10@yahoo.com.mx), Unidad Academica de Luz y Materia UAZ; Agustín Enciso Muñoz(agustinenciso@gmail.com), Unidad Academica de Luz y Materia UAZ; Raúl Mauricio Torres Rojas(rtorres@fisica.uaz.edu.mx), Unidad Academica de Fisica UAZ; *Expositor.*

Las perovskitas de haluros metálicos son de gran interés, principalmente en celdas solares, pues son hechas de materiales económicos. Han alcanzado eficiencias hasta del 26 % en muy poco tiempo. Pero tienen el obstáculo de estabilidad pobre con respecto a humedad, calor, luz y oxígeno. Recientemente se han caracterizado Perovskitas bidimensionales denominadas Ruddlesden Popper (RPP), las cuales han mostrado una mayor estabilidad y un amplio rango muy prometedor de aplicaciones ópticas y electrónicas. En este trabajo estudiamos las propiedades electrónicas y estructurales de las moléculas orgánicas Feniletilamonio (PEA) y Butilamonio (BA), al igual que las RPP: $(PEA)_2PbI_4$ y $(Ba)_2PbI_4$ . Este estudio se realizó utilizando la Teoría del Funcional de la Densidad, con ayuda del Código Wien2K.

M2212 **Fluorescencia en los sistemas $Gd_2Ti_2O_7$ y $Gd_2TiO_5$: desorden intrínseco y conductividad iónica en los sitios de oxígeno** *Manuel Quintana García* (manuelquintana@comunidad.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; José Luis Pérez Mazariego(mazariego@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

Los compuestos con la fórmula general $M_2TiO_5$ ($M$ = tierra rara: $La$ a $Dy$) presentan una rara coordinación de variedad 5 para los iones de titanio, cuando lo más frecuente es de una variedad 6. Estos compuestos presentan, también, una buena conductividad iónica. Sin embargo, esta conductividad disminuye en los compuestos con estructura tipo pirocloro ($M_2Ti_2O_7$), por lo cual hay una relación entre el desorden intrínseco y la conductividad iónica de los oxígenos. Este comportamiento debe observarse en la respuesta del material a la absorción de luz. En este trabajo se hace un estudio comparativo de las bandas de fluorescencia medidas por espectroscopía Raman de los sistemas $Gd_2Ti_2O_7$ y $Gd_2TiO_5$ preparados por sales fundidas. En el sistema pirocloro, la disminución de la fluorescencia es notable con respecto al sistema $M_2TiO_5$.

M2430 **FOSFORENO AZUL, ESTRUCTURA Y PROPIEDADES ELECTRÓNICAS** *Alejandro Piñón Reyes* (alejandro.pinon@fisica.uaz.edu.mx), Unidad Académica de Física; Raúl Mauricio Torres Rojas(rtorres@fisica.uaz.edu.mx), Universidad Autónoma de Zacatecas; David Armando Contreras Solorio(dacs10@yahoo.com.mx), Universidad Autónoma de Zacatecas; Luis Hernández García(luismanhz@gmail.com), Universidad de la Habana; *Expositor.*

El fósforo (P) es uno de los elementos esenciales de la naturaleza, juega un rol esencial para la vida, existe en varios alótropos con propiedades diferentes en cada estructura. Uno de los más recientes alótropos bidimensionales sintetizados es el fosforeno azul, este material tiene una estructura hexagonal similar al grafeno pero no es completamente plano, presentando un corrugado de su estructura con forma de zigzag en una vista lateral y ha mostrado tener un carácter semiconductor con una brecha de energía lo suficientemente amplia para su aplicación en diferentes dispositivos electrónicos. En este trabajo presentamos las propiedades estructurales y electrónicas del fósforo azul

en el marco de la teoría del funcional de la densidad con ayuda del código Wien2k.

M2159 **EASY GREEN SYNTHESIS ROUTE OF CuO NANOPARTICLES BY USING DIFFERENT EXTRACTS AS NATURAL REDUCING AGENTS** *Bryan Gregorio-Lozada* (briianlozada@gmail.com), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Martha Palomino-Ovando(marthap@fcfm.buap.mx), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Yesmin Panecatl-Bernal(yesminpanecatl_bernal@hotmail.com), Centro de Investigación en Dispositivos Semiconductores, Instituto de Ciencias, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Iván Fuentecilla-Cárcamo(isenfc@hotmail.com), Departamento de Investigación en Física, Universidad de Sonora; Joaquín Alvarado(joaquin.alvadado@correo.buap.mx), Centro de Investigación en Dispositivos Semiconductores, Instituto de Ciencias, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*

CuO is a material with semiconductor properties that have excellent photocatalytic, catalytic and electronic applications. In this work, the synthesis of CuO is reported using rapid precipitation method with CuCl2 and NaOH at temperatures below 100 °C. Also, green chemistry is used to reduce the size of CuO nanoparticles via natural agents such as, cress, coriander, clove and green tea extracts, being an environmentally friendly synthesis process. Results of structural characterization (FTIR), morphological (SEM) and optical (UV-vis) of the obtained CuO nanoparticles will be presented.

M2136 **ESTUDIO NUMÉRICO DE LA ABSORCIÓN EN UN SISTEMA DE MULTICAPAS DE METAMATERIAL DISPERSIVO** *Sergio Sánchez López* (sergiosanz125@gmail.com), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Eric Didier Galván Navarro(e.d.g.n.19@gmail.com), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Hugo Alva Medrano(hugoalva9@gmail.com), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; José Eduardo Medina Magallón(jmedinamagallon@gmail.com), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Cristina Salto Alegre(salto.alegre@gmail.com), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Alberto Mendoza Suárez(amendozas777@yahoo.com.mx), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Héctor Pérez Aguilar(hiperezag@yahoo.com), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.*

La energía renovable ha atraído mucha atención en las últimas décadas debido al consumo excesivo de energía a partir de fuentes convencionales y por el problema del deterioro ambiental. Como sabemos, la energía solar puede transformarse en energía eléctrica o térmica y aprovecharse en diferentes usos o aplicaciones, lo cual, produce una menor contaminación al medio ambiente. Sin embargo, los sistemas actuales como las celdas fotovoltaicas, los colectores o calentadores solares tienen una eficiencia cercana al 20% en condiciones ópticas apropiadas que aún está lejos de dar un resultado óptimo en la absorción de energía solar; pero con las numerosas investigaciones realizadas sobre los diferentes diseños de absorbentes, se ha mostrado que los adsorbedores con metamateriales (LHMs) pueden absorber la mayor parte de la radiación electromagnética. Por tal motivo, en este trabajo se presenta un estudio numérico de la respuesta óptica mediante el cálculo de la absorción de un sistema de multicapas que contiene un medio de LHM dispersivo. Para abordar el problema se hace uso de una técnica numérica conocida como el Método de la Ecuación Integral bajo el protocolo de la programación en paralelo. Estos resultados preliminares son el indicio de nuevos diseños de absorbedores de LHM con una mayor eficiencia que los tradicionales.

M2172 **Efecto del campo electromagnético en la capacidad de ligar estados de un pozo cuadrado enfocado a la detección** *Antonio Del Río De Santiago* (adelrio22@gmail.com), Universidad Autónoma De Zacatecas; Ma. Del Rosario Martínez Blanco(mrosariomb@yahoo.com.mx), Universidad Autónoma De Zacatecas; David Armando Contreras Solorio(dacs1015@gmail.com), Universidad Autónoma de Zacatecas; Jose Guadalupe Rojas Briseño(jgrojas@uaz.edu.mx), Universidad Autónoma De Zacatecas; Juan Carlos Martínez Orozco(jcmartinez@uaz.edu.mx), Universidad Autónoma De Zacatecas; *Expositor.*

En este trabajo presentamos el cálculo de las funciones de onda de un pozo cuadrado de AlGaAs, que liga dos estados bajo la influencia de un campo eléctrico fijo, un campo magnético tiene el efecto de deformación en el potencial propiciando que dichos estados se escapen, de forma que si se tienen dos estados y bajo la influencia del campo eléctrico o magnético el pozo cuántico deja de ligar, se pierde la capacidad de realizar transiciones y emitir o absorber fotones, lo cual se puede utilizar como un detector de campo. Este estudio busca las concentraciones de arseniuro de galio aluminio necesarias para llevar este dispositivo a la práctica, lo cual es relativamente fácil en un equipo de epitaxia de haces moleculares. Se sabe que existen detectores de tipo Hall y dispositivos como la magnetometría de cuerda vibrante o el Squid, que utiliza uniones superconductoras para detectar el campo magnético, pero este dispositivo puede hacer de tamaños milimétricos haciendo fotolitografía sobre la película crecida por la técnica antes mencionada.
Agradecimientos al proyecto SEP-CONACyT A1-S-8842.

M2174 **Estudio del efecto combinado de las tensiones y el campo eléctrico en mono capas y**

**bicapas de fosforeno negro y azul.** *Julián David Correa Abad(jcorreaabad@gmail.com), Facultad de Ciencias Básicas, Universidad de Medellín; Carlos Alberto Duque Echeverri(cduque_echeverri@yahoo.es), Grupo de Materia Condensada-UdeA, Instituto de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Antioquia UdeA; Cuauhtémoc Alejandro López Esparza* (temoc1711@hotmail.com), Unidad Académica de Física, Universidad Autónoma de Zacatecas; Juan Carlos Martínez Orozco(jcmartinez@uaz.edu.mx), Unidad Académica de Física, Universidad Autónoma de Zacatecas; Miguel Eduardo Mora Ramos(memora@uaem.mx), Centro de Investigación en Ciencias, Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos; Isaac Rodríguez Vargas(isaac@uaz.edu.mx), Unidad Académica de Ciencia y Tecnología de la Luz y la Materia, Universidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.*

Después de la obtención del Grafeno en 2004 por Andre Geim y Kostya Novoselov, los materiales bidimensionales (2D) han atraído enormemente la atención de la comunidad científica debido a sus propiedades físico-químicas que pueden ser moduladas, cambiando la geometría, aplicando esfuerzos o por medio de campos eléctricos y magnéticos, lo cual proporciona a los materiales 2D un gran potencial para el desarrollo de nuevos dispositivos opto-electrónicos. De todos los posibles materiales 2D, en los últimos años los basados en fósforo (fosforeno), los cuales poseen diferentes fases (negro, rojo, verde y azul), se han destacado por poseer un "gap" electrónico que puede ser modulado por el apilamiento de un número finito de capas. Motivados por lo anterior, en el presente trabajo por medio de cálculos de primeros principios realizamos el estudio sistemático del efecto combinado de las tensiones y el campo eléctrico sobre la estructura electrónica de monocapas y bicapas de fosforeno y fosforeno-azul. Reportamos los efectos que tienen la tensión y el campo eléctrico en la densidad de estados, así como en la estructura de bandas de los sistemas, con énfasis en la variación de la brecha principal de energía (gap).

M2148 **Enhancement of the Fano-resonance response in bilayer graphene superlattices induced by bandgap opening** *José Alberto Briones Torres* (jabt0123@gmail.com), Unidad Académica de Ciencia y Tecnología de la Luz y la Materia, Universidad Autónoma de Zacatecas y Centro de Investigación en Ciencias, Universidad Autónoma del Estado de Morelos..; Rolando Pérez Álvarez(rpa@uaem.mx), Unidad Académica de Ciencia y Tecnología de la Luz y la Materia, Universidad Autónoma de Zacatecas y Centro de Investigación en Ciencias, Universidad Autónoma del Estado de Morelos..; René Pernas Salomón(rpernass@gmail.com), Faculty of Mechanical Engineering, Technion–Israel Institute of Technology.; Isaac Rodríguez Vargas(isaac@uaz.edu.mx), Unidad Académica de Ciencia y Tecnología de la Luz y la Materia, Universidad Autónoma de Zacatecas.; *Expositor.*

Fano resonances in bilayer graphene represent an exotic phenomenon and arise due to the coupling between extended and discrete electrons states. The hallmark of these resonances is identifiable in the conductance curves of bilayer graphene superlattices. In this work, we explore the possible consequences that bandgap opening in the band structure of bilayer graphene can have over Fano resonances. We have used a four-band Hamiltonian to taking into account the bandgap opening. The hybrid matrix method and the Landauer–Büttiker formalism have been implemented to obtain the transmission and transport properties. We find that the signatures of the Fano resonances on the conductance are enhanced by the opening of the bandgap. The bandgap opening far from hamper the Fano resonance response promotes it and can be used as modulation parameter to prove the exotic phenomenon of Fano resonances in bilayer graphene barrier superlattices.

M2112 **Dinámica disipativa de estados polaritónicos en cromóforos acoplados con plasmones** *Daniel.Finkelstein_Shapiro@Chemphys.Lu.Se Finkelstein-Shapiro* (daniel.finkelstein_shapiro@chemphys.lu.se), UNAM, Lund University; *Expositor.*

El débil acoplamiento de los sistemas atómicos con su entorno los hace ideales para observar y probar fenómenos cuánticos que requieren coherencia, como la preparación de estados mixtos de luz y materia, polaritones, o procesos de interferencia. Estos efectos son la base de importantes aplicaciones tecnológicas (computación cuántica, emisión coherente, enfriamiento de átomos) y propuestas teóricas sugieren que se pueden aplicar también en celdas solares, si pudieran reproducirse de manera controlada en sistemas moleculares o de estado sólido.

Discutiré la problemática de reproducir efectos de óptica cuántica en nanomateriales basados en nanopartículas con coberturas de moléculas orgánicas, desde una perspectiva teórica y experimental. Las moléculas adsorbidas en nanopartículas semiconductoras son sistemas modelo candidatos para las interferencias de tipo Fano. Describiré la resolución de un sistema Fano en un ambiente disipativo antes de discutir la dinámica de excitaciones en plasmones fuertemente acoplados a cromóforos en la superficie. Estas últimas están descritas por modelos de electrodinámica cuántica en cavidades. Mediciones de absorción lineal así como espectroscopía electrónica bidimensional muestran una dinámica rica de procesos de muchos cuerpos que también deben de ser descritos por modelos de Fano generalizados.

Finkelstein-Shapiro, D.; Urdaneta, I.; Calatayud-Antonino, M.; Atabek, O.; Mujica, V.; Keller, A. Fano-Liouville Spectral Signatures in Open Quantum Systems. Phys. Rev. Lett., 2015, 115, 113006

Finkelstein-Shapiro, D.; Poulsen, F; Pullerits, T; Hansen, T. Coherent two-dimensional spectroscopy of a Fano model, Phys. Rev. B. 2016, 94, 205137
Finkelstein-Shapiro, D.; Keller, A. Ubiquity of Beutler-Fano profiles: from scattering to dissipative processes. Phys. Rev. A. 2018, 97, 023411
Finkelstein-Shapiro, D., Mante, P.A., Sarisozen, S., Wittenbecher, L., Minda, I., Balci, S., Pullerits, T., Zigmantas, D., Radiative Transitions and Relaxation Pathways in Plasmon-Based Cavity Quantum Electrodynamics Systems, arXiv:2002.05642

M2133 **Secciones de Poincaré en un canal bidimensional formado por dos superficies onduladas y periódicas** *Hugo Alva Medrano* (hugoalva9@gmail.com), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Alberto Mendoza Suárez(amendozas777@yahoo.com.mx), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Héctor Pérez Aguilar(hiperezag@yahoo.com), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.*
En este trabajo consideramos un sistema clásico constituido por un canal abierto formado por dos superficies onduladas y periódicas. Consideramos también un método numérico para entender la física y la matemática involucrada en sistemas balísticos. El objetivo en este trabajo es analizar los efectos de los límites en las propiedades del transporte balístico clásico para el canal bidimensional considerado. Bajo ciertas condiciones, se encontró que en el caso clásico no existe comportamiento caótico como era de esperarse. La trayectoria no sufre alteraciones debido a la reflexión local en el choque y a que no existen fuerzas externas en el sistema. Al aumentar la amplitud de los perfiles se obtiene un comportamiento cada vez más notorio. El estudio de este tipo de sistemas ayuda a generalizar resultados conocidos para el fenómeno de caos electromagnético en sistemas ópticos.

M2482 **Crystal structure, magnetic and dielectrical behavior of $YFe_{1-x}Ti_xO_3$** *Maury Solórzano Valencia* (m.solorzano.ujat@gmail.com), UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTÓNOMA DE TABASCO; Alejandro Durán Hernández(dural@cnyn.unam.mx), UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO; Jorge Mata Ramirez(jorge.mata@uabc.edu.mx), UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA; Richart Falconi Calderón(richart.falconi@ujat.mx), UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO; *Expositor.*
The $YFeO_3$ perovskite has been recently characterized as multiferroic compound. Their orthorhombic structure is described by the centrosymmetric space group $Pnma/Pbnm$, which avoid the simultaneous presence of the ferroelectric and magnetic ordering. From a magnetic point of view, the system shows a canted-AFM ordering with $T_N$ of 655 K [1, 2]. Lately, it has been noticed that a first-order ferroelectric to paraelectric transition occurs at ∼500 K in $YFeO_3$ . The mechanism that gives rise to ferroelectricity is under discussion, but it is believed to be associated with the breakdown of inversion symmetry. In this work, structural (DRX) and chemical (XPS) characterization as well as the magnetic and dielectric properties of the Ti doped $YFeO_3$ are reported. It was found that doping with Ti generates an increase in the unit cell volume and the $d^0$- orbital of the $Ti^{4+}$ is forbidden. The relative permittivity, $\epsilon$', increases with the Ti content and it has a diffuse phase transition at ∼600 K. Furthermore, calorimetry DSC measurements seem to indicate a magneto-elastic coupling around the magnetic transition. The results strongly suggest that the weak ferroelectric signal, which is seen as diffuse phase transition, can be induced by the magnetic transition.

M2137 **Cristales Fotónicos dieléctrico-grafeno con potencial químico variable y distribuido aperiodicamente en las láminas de grafeno.** *Arsenio Sánchez Arellano* (27802011@uaz.edu.mx), Unidad Académica de Ciencia Y Tecnología de La Luz y La Materia (UAZ); Jesús Madrigal Melchor(jmadrim@uaz.edu.mx), Unidad Académica de Ciencia Y Tecnología de La Luz y La Materia (UAZ); José Samuel Pérez Huerta(jsperez@uaz.edu.mx), Unidad Académica de Ciencia Y Tecnología de La Luz y La Materia (UAZ); David Ariza Flores(david1cool@gmail.com), Instituto de Investigación en Comunicación Óptica (UASLP); Ireri Aydée Sustaita Torres(ireri.sustaita@uaz.edu.mx), Ingeniería Eléctrica (UAZ); *Expositor.*
En este trabajo presentamos la relación de dispersión, así como los espectros de transmisión, absorción y reflexión de un cristal fotónico dieléctrico-grafeno. La estructura que se propone consiste en variaciones del potencial químico μg,i de las láminas de grafeno en la celda unitaria que forma toda la estructura óptica y el cual sigue un potencial aperiódico. Las propiedades ópticas del sistema se calculan empleando el formalismo de la matriz de transferencia teniendo en cuenta las contribuciones intra e interbanda de la conductividad óptica del grafeno. El valor del potencial químico de cada una de las láminas de grafeno se asignan con valores discretos que siguen diferentes perfiles, tales como Gaussiano, Linear, Lorentziano y Pöschl–Teller. Encontramos que este nuevo tipo de cristales fotónicos, muestran la formación de picos, que llamaremos spikes, en la relación de dispersión, los cuales surgen debido a la discretización de los valores del potencial químico en la celda unitaria que constituye el cristal fotónico. Estos spikes se encuentran en las posiciones de frecuencia que corresponden a 2 μg,i, para cada uno de los perfiles, su tamaño y posición se modula por medio del número de láminas de grafeno en la celda unitaria, ángulo de incidencia , medios dieléctricos y de la polarización de la luz.

M2132 **MODELO NUMÉRICO RIGUROSO DE UN SENSOR ÓPTICO MEDIANTE LA RESONANCIA DE LOS PLASMONES**

**SUPERFICIALES EN UNA ESTRUCTURA DE KRECHTSMANN** *Eric Didier Galván Navarro* (e.d.g.n.19@gmail.com), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Hugo Alva Medrano(hugoalva9@gmail.com), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Sergio Sánchez López(sergiosanz125@gmail.com), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; José Eduardo Medina Magallón(jmedinamagallon@gmail.com), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Cristina Salto Alegre(salto.alegre@gmail.com), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Alberto Mendoza Suárez(amendozas777@yahoo.com.mx), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Héctor Pérez Aguilar(hiperezag@yahoo.com), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.*

Actualmente, el desarrollo de la ciencia y tecnología ha permitido controlar las propiedades de la luz, y con esto, la implementación de mejores dispositivos de sensado e instrumentos ópticos que permiten ampliar el potencial de detección de la señal óptica. Dentro de la diversidad de los sensores ópticos se encuentra el sensor de campo evanescente, que permite medir uno o más parámetros, los cuales se pueden obtener en una forma indirecta. Dichos sensores se basan principalmente en la interacción de la luz y la materia para determinar las propiedades de ésta; es decir, un haz de luz entre la interfaz de dos materiales con índices de refracción $n_1$ y $n_2$, siendo $n_1 > n_2$, que bajo la condición de Reflexión Total Interna, penetra de forma evanescente en el medio con $n_2$. En este trabajo se presenta un estudio numérico, bajo este principio, de una plataforma (configuración típica de Kretschmann) que se basa en el principio de la resonancia del plasmón superficial (SPR) a una longitud de onda específica variando los ángulos de incidencia. La configuración consiste en un prisma de vidrio semicilíndrico con un índice de refracción de 1.487 y una película delgada de oro. Los resultados de la reflectancia que muestran un mínimo local característico que corresponde al ángulo de excitación del plasmón superficial, permite aplicarlo al campo de la biomedicina; por ejemplo, en el sensado de la temperatura de capas líquidas y concentraciones de glucosa.

M2165 **"Cálculos de primeros principios del sistema superconductor Ti2InC(1-x)Nx a través de DFT"** *Karla Lorena Sánchez Sánchez* (karlitasanchezsan@hotmail.com), FACULTAD DE CIENCIAS. UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO; Martín Romero(nejopp@gmail.com), FACULTAD DE CIENCIAS. UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO; Raúl Escamilla Guerrero(rauleg@unam.mx), FACULTAD DE CIENCIAS. UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO; Rebeca Sosa Fonseca(rebe@xanum.uam.mx), UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA. IZTAPALAPA; José Luis Rosas Huerta(ralkmy@hotmail.com), FACULTAD DE CIENCIAS. UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO; Paola Arévalo(nejopp@gmail.com), FACULTAD DE CIENCIAS. UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO; María Luisa Marquina Fábrega(marquina@unam.mx), FACULTAD DE CIENCIAS. UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO; *Expositor.*

K. Sánchez (1), M. Romero (1), R. Escamilla (2) Rebeca Sosa Fonseca (3) José Luis Rosas Huerta (2)Eugenia Paola Arévalo López (1) M. L. Marquina(1) (1) Facultad de Ciencias, UNAM. Av. Universidad 3000, Circuito Exterior S/N. Delegación Coyoacán, C.P.04510. Ciudad Universitaria, D.F. México. (2) Circuito Exterior S/N Circuito de la, Investigación Científica, C.U., 04510 Ciudad de México, CDMX. (3) Universidad Autónoma Metropolitana. Iztapalapa. Av. San Rafael Atlixco 186, Leyes de Reforma 1ra Secc, Iztapalapa, 09340 Ciudad de México, CDMX

A partir del año 1960 a la fecha se han estudiados los carburos y nitruros que son isoestructurales a Cr2AlC [1]. Este tipo de compuestos tienen simetría hexagonal y sus átomos se encuentran acomodados de acuerdo al grupo puntual P63/mmc. La fórmula química es Mn+1AXn donde "n" va de n=1, 2, 3, siendo M un metal de transición, A es un elemento que se encuentra dentro de los grupos 14-16 de la tabla periódica por ejemplo Al, Ge, Si, S, Sn; y finalmente X puede ser carbono, nitrógeno o boro, son compuestos cerámicos maquinables (facilidad de corte) en capas; tienen conductividades eléctrica y térmica: entre 0.5 y 14 x 106 (Ωcm)-1 y 10 a 40 W/mK respectivamente, ademas, existe superconductividad en algunos de estos compuestos. Dado que Ti2InC (Tc = 3 K) y Ti2InN (Tc=7.3 K) [1] presentan el fenomeno de la superconductividad, el objetivo de este trabajo es realizar la solución solida Ti2InC (1-x) Nx (x=0, 0.25, 0.5, 0.75, 1) en el cual estudiaremos el comportamiento de los parámetros estructurales, propiedades elásticas, electrónicas; a través de la teoría de la densidad funcional utilizando cálculos de primeros principios con pseudopotenciales de ondas planas (PW) usando la aproximación del gradiente generalizado (GGA) [2, 3].

Palabras clave: Superconductividad, estructura cristalina, MAX.

[1] H. Nowotny, in: H. Reiss (Ed.), Progress in Solid State Chemistry, vol. 2 (1970), p. 27 [2] A.D. Bortolozo, O.H. Sant-Anna, C.A.M. dos Santos, A.J.S. Machado, Solid State Commun. 144 (2007) 419. [3] A.D Bortolozo, G Serrano, A. Serquis, D. Rodrigues Jr, C.A.M.dos Santos, Z. Fisk, A.J.S. Machado. Solid State Communications 150 (2010) 1364-1366.

Agradecimientos: El proyecto IN115219 proporcionó un apoyo parcial para este trabajo. Los autores desean agradecer a F. A. Sarmiento y R. Hinojosa por su apoyo técnico.

M2164 **"Estudio de la estructura, propiedades elásticas y electrónicas del sistema Nb2SnC(1-x)Bx"** *Karla Lorena Sánchez Sánchez* (karlitasanchezsan@hotmail.com), FACULTAD DE CIENCIAS. UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO; Martín Romero(nejopp@gmail.com), FACULTAD DE CIENCIAS. UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO; Raúl Escamilla Guerrero(rauleg@unam.mx), FACULTAD DE CIENCIAS. UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO; Rebeca Sosa Fonseca(rebe@xanum.uam.mx), UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA. IZTAPALAPA; José Luis Rosas Huerta(ralkmy@hotmail.com), FACULTAD DE CIENCIAS. UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO;Eugenia Paola Arévalo López(nejopp@gmail.com), FACULTAD DE CIENCIAS. UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO; María Luisa Marquina Fábrega(marquina@unam.mx), FACULTAD DE CIENCIAS. UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO; *Expositor.*

K. Sánchez (1), M. Romero (1), R. Escamilla (2) Rebeca Sosa Fonseca (3) José Luis Rosas Huerta (2)Eugenia Paola Arévalo López (1) M. L. Marquina(1) (1) Facultad de Ciencias, UNAM. Av. Universidad 3000, Circuito Exterior S/N. Delegación Coyoacán, C.P.04510. Ciudad Universitaria, D.F. México. (2) Circuito Exterior S/N Circuito de la, Investigación Científica, C.U., 04510 Ciudad de México, CDMX. (3) Universidad Autónoma Metropolitana. Iztapalapa. Av. San Rafael Atlixco 186, Leyes de Reforma 1ra Secc, Iztapalapa, 09340 Ciudad de México, CDMX

En 1960 Nowotny y varios colaboradores comenzaron estudiar los carburos y nitruros isomorfos al compuesto Cr2AlC. Estos compuestos cristalizan en la simetría hexagonal con grupo espacial P63/mmc. La fórmula general es Mn+1AXn donde "n" puede tomar los valores n=1, 2, 3. Estos compuestos están formados por un metal de transición denotado como M, A es un elemento que se encuentra dentro de los grupos 14-16 de la tabla periódica por ejemplo Al, Ge, Si, S, Sn; y finalmente X puede ser carbono, nitrógeno o boro. Esencialmente son capas de X similares a las del grafeno; las cuales están intercaladas por capas de elementos M y A bajo el siguiente orden: X- M-A-M-X. Dada la combinación antes mencionada; los convierte en compuestos cerámicos maquinables (facilidad de corte) en capas; con propiedades muy interesantes como son conductividades eléctrica y térmica: entre 0.5 y 14 x 106 (Ωcm)-1 y 10 a 40 W/mK respectivamente. Dentro de las fases M2AX existen sólo ocho fases superconductoras Mo2GaC (Tc = 4 K), Nb2SC (Tc = 5 K), Nb2AsC (Tc = 2 K), Ti2InC (Tc = 3 K), Nb2InC (Tc = 7.5 K). Ti2InN (Tc=7.3 K), Nb2SB (Tc=1.9 K) y Nb2SnC (Tc = 7.8 K). El objetivo de este trabajo es realizar la sustitución de átomos de boro en el compuesto MAX: Nb2SnC, con esta, se puede obtener información de la solución solida incluso del compuesto Nb2SnB; esto es, se estudiara la solución solida Nb2SnC(1-x) Bx (x=0, 0.25, 0.5, 0.75, 1) para despues realizar un estudio de los parámetros de la estructura cristalina, propiedades elásticas y electrónicas; utilizando la teoría de la densidad funcional a través de cálculos de primeros principios con pseudopotenciales de ondas planas (PW) considerando la aproximación del gradiente generalizado (GGA) [1-3]. Palabras clave DFT, MAX, superconductividad. [1] M.D. Segall, P.J.D. Lindan, M.J. Probert, C.J. Pickard, P.J. Hasnip, S.J. Clark, M.C. Payne, J. Phys.Condens. Matter 14 (2002) 2717. [2] W. Kohn, L.J. Sham, Phys. Rev. A 140 (1965) 1133. [3] M.C. Payne, M.P. Teter, D.C. Allan, T.A. Arias, J.D.J. Joannopoulos, Rev. Mod. Phys. 64 (1992) 1045.

Agradecimientos: El proyecto IN115219 proporcionó un apoyo parcial para este trabajo. Los autores desean agradecer a F. A. Sarmiento y R. Hinojosa por su apoyo técnico.

M2135 **PATRONES DE CAMPO CERCANO EN UNA GUÍA DE ONDAS DE CRISTAL FOTÓNICO FINITA CON INCLUSIONES CILÍNDRICAS** *Alejandro Bucio Gutiérrez* (Alejandrobg_sonic@hotmail.com), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Hugo Alva Medrano(hugoalva9@gmail.com), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Alberto Mendoza Suárez(amendozas777@yahoo.com.mx), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Héctor Pérez Aguilar(hiperezag@yahoo.com), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.*

En el trabajo propuesto se considera un sistema electromagnético compuesto por dos superficies planas y un arreglo periódico de inclusiones cilíndricas circulares de conductores perfectos (PEC) que forman una guía de ondas de cristal fotónico (PCW) la cual tiene longitud finita. Usando el método numérico de la ecuación integral se calculó las intensidades del campo correspondientes a los modos normales del sistema en ciertas frecuencias específicas. Además, se calcularon las propiedades estadísticas como la función de autocorrelación y la longitud de correlación. Así bajo ciertas condiciones, el sistema correspondiente presenta un comportamiento caótico caracterizado por patrones desordenados de las intensidades del campo. Por lo tanto, se puede concluir que el efecto del caos electromagnético contribuye a la presencia de patrones de campo desordenados que podrían tener varias aplicaciones como en criptografía.

M2591 **Síntesis y caracterización de películas delgadas de Sulfuro de Cadmio por Ablación Láser.** *Jorge Ricardo Aguilar Hernández(jrah64@yahoo.com.mx), Escuela Superior de Física y Matemáticas; Luis Ángel Bibiano Salas(luisan_bibiano@hotmail.com), Escuela Superior de Física y Matemáticas; María De Los Ángeles Hernández Pérez(angeleshp@yahoo.com), Instituto Politécnico Nacional; Luis Arturo Martínez*

*Ara(mtzara1984@gmail.com), Instituto Politécnico Nacional; Giovanni Eboli Castro* (ebolicasg@hotmail.com), Escuela Superior de Física y Matemáticas; *Expositor.*
Se sintetizaron películas de Sulfuro de Cadmio (CdS) usando el método de Ablación Láser, usando un láser pulsado Nd:YAG con una longitud de onda de 1064 nm a una frecuencia de 30 Hz. El depósito se realizó sobre 3 sustratos; vidrio corning,cuarzo y silicio(111), los cuales se calentaron a una temperatura de 400 ºC, con una presión dentro de la cámara de $2.5 \times 10^{-6}$ torr, con un tiempo de depósito de 30 minutos.
Usando espectroscopía ultravioleta visible (UV-Vis) se obtuvo el ancho de banda prohibida en 2.394 eV para el cuarzo, 2.406 y 2.384 eV en el vidrio. Además en el espectro de fotoluminiscencia a temperatura ambiente (300K) donde se obtuvieron dos picos de emisión; uno centrado en 2.425 eV con un ancho medio (FWHM) de 115 meV asociado a la transición fundamental y otro en 1.8 eV debido a los defectos por las vacancias del azufre en la muestra del silício. Para el vidrio se obtuvo un pico de emisión centrado en 2.406 eV con FWHM de 110 meV y en cuarzo de 2.36 eV con FWHM de 130 meV.
Se analizó la estructura cristalina de las muestras a través de difracción de rayos X(XRD) sobresaliendo los planos (002) y (013) de la fase hexagonal del material. obteniendo un tamaño de cristal(a partir de la ecuación de Debye-Scherrer), de 60.16 nm en cuarzo, 36.2 nm en vidrio y 51.74 en silício. Con una distancia interplanar de 3.458 A en cuarzo, 3.46 A en vidrio y 3,458 A en silício. De los difractogramas obtenidos se observa que la estructura cristalina tiene buena calidad cristalina, ya que se obtuvieron picos bien definidos.
Palabras clave: Difracción de Rayos X, Fotoluminiscencia, Ablación Láser, espectroscopía, transición fundamental, banda de defectos.

M2087 **Función de onda en sistemas cuasiperiódicos** *Ernesto Huipe Domratcheva* (ernesto.h.957@gmail.com), Universidad Nacional Autónoma de México; Oracio Navarro Chávez(navarro@unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*
Los sistemas cuasiperiódicos han cambiado la percepción que se tiene de los materiales cristalinos al presentar simetrías rotacionales que se pensaban prohibidas, por ejemplo la simetría rotacional de orden cinco. Desde su descubrimiento se han investigado ampliamente sus propiedades, tanto electrónicas como fonónicas, siempre en la búsqueda de alguna aplicación de igual importancia e inusual como su simetría. Sin embargo, hasta ahora su mayor interés ha sido fundamentalmente en la propiedad de superficie antiadherente. En este trabajo se estudia el crecimiento de la red de Penrose por medio de deflación a partir de una semilla inicial y se calcula la función de onda electrónica a manera de entender el comportamiento electrónico en éstos sistemas. Se encuentra la presencia de dos estados separados por una pseudo brecha energética en el nivel de Fermi que tienen comportamientos distintos, en donde, en los estados por debajo del nivel de Fermi se presentan los estados críticos donde los electrones prefieren sitios con un mayor número de coordinación. En el caso de los estados por encima del nivel de Fermi se encuentran los estados frustrados, en donde ya no se presenta un comportamiento crítico. Se muestra la forma de la función de onda para distintas semillas y energías del espectro, se añade además una explicación intuitiva del comportamiento característico de los sistemas cuasiperiódicos.

M2565 **Modelación de una aleación binaria Fe/Ni mediante un modelo de campo de fase para su simulación de microestructuras** *Aarón Escorza Mistrán(ingeniero.escorza@gmail.com), Facultad de Ingeniería Química Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Marco Antonio Morales Sánchez* (spinor70@yahoo.com.mx), Facultad de Ingeniería Química Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Ricardo Agustín Serrano(ricardo.agustin@correo.buap.mx), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*
Se propone un modelo de campo de fase para una aleación de un sistema binario Fe-Ni a partir de un sistema multi-componente. El sistema binario está clasificado como un modelo C en la representación Halperin y Hohenberg que involucra las ecuaciones acopladas de Cahn-Hilliar y Allen-Chan. Se propone el modelo del sistema binario Fe-Ni con la finalidad de reproducir micro-estructuras de este sistema binario. Y se obtienen aproximaciones a sus soluciones en forma numérica en busca del comportamiento de una super-aleación.

M2064 **Fabricación de celdas solares sensibilizadas con tinte con la presencia de NPs de oro en capas compactas** *Jose-Luis Ortiz-Quiñonez* (joseluis.nanoscience@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Julio Villanueva-Cab(juliovc@ifuap.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Umapada Pal(upal@ifuap.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*
Se ha reportado que la presencia de una capa compacta en celdas solares sensibilizadas con tinte (DSSCs, por sus siglas en inglés) mejora los parámetros fotovoltaicos como fotovoltaje de circuito abierto (VOC), densidad de corriente a corto circuito (JSC) y eficiencia.[1] Por otra parte, la presencia de nanopartículas (NPs) de Au recubiertas con SiO2 o TiO2 en la capa mesoporosa de TiO2 mejora la eficiencia de las DSSCs debido al efecto plasmónico. Sin embargo, aún no se han reportado trabajos que incorporen NPs de Au sin recubrir en la capa compacta del fotoánado de la DSSCs. En este trabajo se presenta los resultados de la síntesis de NPs de oro de 51 nm, y su incorporación en la capa compacta

en el fotoánado de las DSSSc. La caracterización por espectroscopia Raman de las capas compactas sin y con NPs de oro mostraron la presencia de dos polimorfos de TiO2. Se encontró una variación en la curva de densidad de corriente (J) versus voltaje (V) en función del tiempo de iluminación en la celda solar. También se presentan las curvas J-V que se obtienen al usar como fuente de iluminación diodos de 530 y 660 nm y se compara como varía los parámetros JSC, VOC, factor de llenado, y la eficiencia cuántica. Incrementos en el VOC de alrededor de 50 mV fueron obtenidos mediante el uso de tert-butilpiridina como aditivo en el electrolito usado en las DSSCs. Los Valores de VOC fueron de alrededor de 750 meV. Adicionalmente se discute el comportamiento de las corrientes de oscuridad en dichas celdas en función del tiempo de iluminación. Se propone un esquema de movimiento de portadores (fotoelectrones y huecos) en el fotoánodo de la celda que contiene capa compacta con NPs de oro. Referencias [1] Y. Beomjin, et al. Journal of Electroanalytical Chemistry 638 (2010) 161-166). Agradecimientos: Agradecemos el apoyo brindado por el CONACyT, México (Proyecto # INFR-2014-02-23053, CB-2015-01-256946, A1-S-26720), a CONACyT-SENER (# 2138, # CTAFSE-12-X-18-28) y a la VIEP-BUAP para realizar este trabajo. J.L. Ortiz-Quiñonez agradece al CONACyT y SENER por otorgar la beca posdoctoral.

M2822 **Propiedades mecánicas y electrónicas de Nanoalambres de Si con Li y Na superficial** *Juan Pablo Alejandro Chavez Segura* (jchavezs1501@alumno.ipn.mx), Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Unidad Culhuacan; Lucia Guadalupe Arellano Sartorius(lucia.arellano.gin2017@gmail.com), Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Unidad Culhuacan; Fernando Salazar Posadas(fsalazar.posadas@gmail.com), Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Unidad Culhuacan; Álvaro Miranda Durán(amirandad@gmail.com), Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Unidad Culhuacan; Luis Antonio Pérez López(lperez@fisica.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México.; Miguel Cruz Irisson(irisson.ipn@gmail.com), Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Unidad Culhuacan; *Expositor.*

En este trabajo, se presenta un estudio teórico de las propiedades mecánicas y electrónicas de nanoalambres de Silicio (Si) con estructura tipo diamante, pasivados con átomos de Hidrógeno (H), crecidas en la dirección cristalográfica [111], y considerando la sustitución de átomos de H por átomos de i) Litio (Li) y ii) Sodio (Na). El estudio se realiza usando la teoría del funcional de la densidad en la aproximación local de la densidad (LDA). Los resultados indican que el nanoalambre mantiene un comportamiento semiconductor y la brecha de energía disminuye como función de la concentración de Li y Na en la superficie, siendo más notorio este efecto con Na. Por otro lado, el análisis del módulo de Young indica que este se incrementa como función de la concentración de Li en la superficie, en contraste, se mantiene casi constante con las diferentes concentraciones de Na. Estos resultados abren la posibilidad de incorporar a los nanoalambres de Si como materiales anódicos en baterías recargables usando Li y Na.
Este trabajo fue financiado por los proyectos multidisciplinarios 2020-2091,2093 y 2106 de SIP-IPN, y UNAM-PAPIIT IN109320. Los cálculos fueron realizados en la supercomputadora Miztli de la DGTIC-UNAM y el Laboratorio Nacional de Supercomputo del Sureste de México (LNS) por el proyecto No. 201903082N.

M2815 **Efecto de la pasivación sustitucional del Li en las propiedades electrónicas de nanoalambres de Ge** *Lucia Guadalupe Arellano Sartorius* (lucia.arellano.gin2017@gmail.com), Instituto Politécnico Nacional, ESIME Culhuacán; Juan Pablo Alejandro Chavez Segura(jchavezs1501@alumno.ipn.mx), Instituto Politécnico Nacional, ESIME Culhuacán; Fernando Salazar Posadas(fsalazar.posadas@gmail.com), Instituto Politécnico Nacional, ESIME Culhuacán; Alejandro Trejo Baños(alejandtb13@gmail.com), Instituto Politécnico Nacional, ESIME Culhuacán; Luis Antonio Pérez López(lperez@fisica.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; Miguel Cruz Irisson(irisson.ipn@gmail.com), Instituto Politécnico Nacional, ESIME Culhuacán; *Expositor.*

En este trabajo, se estudian las propiedades electrónicas y la estabilidad energética de nanoalambres de germanio pasivados con hidrógeno (H-GeNW) crecidos en la dirección cristalográfica [111] con tres diámetros diferentes, así como la sustitución de átomos de H por Li con diferentes concentraciones. El estudio se desarrolla usando la teoría funcional de densidad en la aproximación local de densidad (LDA). Los resultados indican que todos los H-GeNW estudiados mantienen un comportamiento semiconductor y el tamaño de la brecha de energía, así como su energía de formación disminuyen como función del diámetro del nanoalambre y de la concentración de Li en la superficie. Por otro lado, la energía de enlace de los átomos de Li es esencialmente independiente de la concentración de Li, presentando solo algunos valores ligeramente menores para el diámetro más pequeño que se estudió. Los resultados de este trabajo ayudan a entender el efecto del Li en las propiedades electrónicas y la estabilidad energética de los nanoalambres durante el proceso de carga-descarga de Li y abren la posibilidad de incorporarlos como electrodos en las baterías de iones de litio.
Agradecimientos Este trabajo fue financiado por los proyectos multidisciplinarios 2020-2091,2093 y 2106 de

SIP-IPN, y UNAM-PAPIIT IN109320. Los cálculos fueron realizados en la supercomputadora Miztli de la DGTIC-UNAM y el Laboratorio Nacional de Supercomputo del Sureste de México (LNS) por el proyecto No. 201903082N. L G A y J P A C agradecen a BEIFI-IPN y al CONACyT por las becas.

M2588 **Influencia de la potencia de la fuente de Radiofrecuencia en el procesamiento de películas delgadas de sulfuro de indio procesadas por la técnica de erosión catódica RF.** *María Fernanda García Mejía* (mgarciam1216@alumno.ipn.mx), Escuela Superior de Física y Matemáticas del Instituto Politécnico Nacional; Jorge Sastré Hernández(sastrehj@hotmail.com), Escuela Superior de Física y Matemáticas del Instituto Politécnico Nacional; Miguel Tufiño Velázquez(mtufino@esfm.ipn.mx), Escuela Superior de Física y Matemáticas del Instituto Politécnico Nacional; Jorge Ricardo Aguilar Hernández(jrah64@yahoo.com.mx), Escuela Superior de Física y Matemáticas del Instituto Politécnico Nacional; *Expositor.*

Se procesaron películas delgadas de sulfuro de indio por la técnica de erosión catódica RF, sobre sustratos de vidrio variando la fuente de radiofrecuencia desde 50 a 250 W, a una temperatura ambiente del sustrato. Se realizaron caracterizaciones de difracción de rayos X (DRX), microscopía electrónica de barrido (MEB), espectroscopía de dispersión de rayos X (EDX), absorción óptica UV-Vis (OA) y resistividad eléctrica. De los difractogramas obtenidos por DRX se determinó una estructura policristalina de la fase beta del sulfuro de indio en las películas procesadas, por medio de las micrografías de MEB se observó un tamaño de grano promedio de 30 nm, el análisis de EDX confirmó que el material depositado es sulfuro de indio, de los datos proporcionados por OA se determinó una variación de ancho de banda prohibida desde 2.3 a 2.6 eV y el orden de la resistividad eléctrica fue de $10^3\Omega$ cm.

M2062 **Cálculos ab initio de las propiedades estructurales, elásticas y electrónicas del pirocloro Eu2Ru2O7.** *Martín Romero Martínez* (mromero@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, UNAM; Raúl Escamilla Guerrero(rauleg@unam.mx), Instituto de Investigaciones en Materiales, UNAM; Eugenia Paola Arévalo López(paola.arevalo@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, UNAM; Jaime Antonio Pallares(jaime.antonio.gin2017@gmail.com), Instituto de Investigaciones en Materiales, UNAM; Jose Luis Rosas Huerta(ralkmy@hotmail.com), Facultad de Ciencias, UNAM; María Luisa Marquina Fábrega(marquina@unam.mx), Facultad de Ciencias, UNAM; Karla Lorena Sánchez Sánchez(karlitasanchezsanchez@gmail.com), Facultad de Ciencias, UNAM; Rebeca Sosa Fonseca(rebe@xanum.uam.mx), UAM-I; Adriana Benitez Rico(beniadriana@gmail.com), Universidad La Salle; *Expositor.*

Se han realizado cálculos de Ab Initio en el compuesto Eu2Ru2O7, para obtener sus propiedades elásticas utilizando CASTEP [1, 2]. La interacción entre el electrón de valencia y el electrón del núcleo se simuló bajo el enfoque pseudopotencial y el enfoque del plano de onda (PP-PW91), bajo la aproximación del gradiente generalizado (GGA) [3]. Hemos derivado el módulo a granel, el módulo de Young, el módulo de corte, las relaciones de Poisson, las anisotropías elásticas, los fonones y los estados electrónicos de densidad y la temperatura de Debye.
[1] M.D. Segall, P.J.D. Lindan, M.J. Probert, C.J. Pickard, P.J. Hasnip, S.J. Clark, M.C. Payne, J. Phys.Condens. Matter 14 (2002) 2717. [2] W. Kohn, L.J. Sham, Phys. Rev. A 140 (1965) 1133. [3] M.C. Payne, M.P. Teter, D.C. Allan, T.A. Arias, J.D.J. Joannopoulos, Rev. Mod. Phys. 64 (1992) 1045.
Agradecimientos: El proyecto IN115219 proporcionó un apoyo parcial para este trabajo. Los autores desean agradecer a F. A. Sarmiento y R. Hinojosa por su apoyo técnico.

M1911 **Análisis estructural del ácido carmínico embebido en una matriz de sílice** *José Refugio Martínez Mendoza(flash@fciencias.uaslp.mx), Universidad Autónoma de San Luis Potosí; Stephanie Esmeralda Velázquez Pérez* (stephanie.velazquez@uaslp.mx), Universidad Autónoma de San Luis Potosí; Gehenna Lobo Guerrero(gehenna-lobo.guerrero-serrano@curie.fr), Institut Curie; Diana Leticia Espericueta González(diana.espericueta88@hotmail.com), Instituto Tecnológico Superior de San Luis Potosí; Javier Gustavo Cabal Velarde(javelarde@itesi.edu.mx), Instituto Tecnológico Superior de Irapuato; Gerardo Ortega Zarzosa(gortega@fciencias.uaslp.mx), Universidad Autónoma de San Luis Potosí; Azdrubal Guerrero Serrano(azdlobo@gmail.com), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo; *Expositor.*

El ácido carmínico es un colorante natural obtenido en México a partir de cochinillas de nopal, secadas y molidas. Además de su uso como colorante, el ácido carmínico encuentra aplicaciones en la industria farmacéutica y en la lucha contra el cáncer, ya que su estructura es similar a la de algunas drogas anticancerígenas. También, el ácido carmínico podría ser utilizado en diversas aplicaciones optoelectrónicas. Sin embargo, el problema del ácido carmínico es que se degrada fácilmente con la exposición a la luz y en condiciones medioambientales. Lo anterior limita las propiedades funcionales del ácido carmínico y por lo tanto sus potenciales aplicaciones. En este trabajo se presentan los resultados obtenidos a partir de la estabilización del ácido carmínico en una matriz de sílice usando el método de sol-gel. Los resultados indican que el ácido carmínico se estabiliza al ser embebido en una matriz de sílice. Además, la caracterización del material compuesto realizada espectroscopía FT-IR y fluorescencia, muestra que el ácido carmínico permanece funcional

después de ser sometido a una temperatura de hasta 500°C. Por otro lado, se encontró que el ácido carmínico induce cambios estructurales sobre la sílice, obteniendo las fases de cristobalita y tridimita a bajas temperaturas de calcinación.

M1909 **Fabricación de un equipo de Spray pirolisis para el depósito de SnO2** *Gerardo Jafet González Loera* (gerardojafet.gonzalez@fisica.uaz.edu.mx), Unidad Académica de Física. Universidad Autónoma de Zacatecas; Juan Carlos Martínez Orozco(jcmartinez@uaz.edu.mx), Unidad Académica de Física. Universidad Autónoma de Zacatecas; Mariana Carrillo Ortiz(carrilloortizmariana@gmail.com), Unidad Académica de Ciencias Químicas. Universidad Autónoma de Zacatecas.; Antonio Del Río De Santiago(adelrio22@gmail.com), Posgrado en ingeniería y tecnología aplicada. Unidad Académica de Ingeniería. Universidad Autónoma de Zacatecas.; Ismailia Escalante García(Ileg@uaz.edu.mx), Unidad Académica de Ciencias Químicas. Universidad Autónoma de Zacatecas.; David Armando Contreras Solorio(dacs1015@gmail.com), Unidad Académica de Ciencia y Tecnología de la Luz y la Materia. Universidad Autónoma de Zacatecas.; Luis Octavio Solis Sánchez(lsolis@uaz.edu.mx), Posgrado en ingeniería y tecnología aplicada. Unidad Académica de Ingeniería. Universidad Autónoma de Zacatecas.; *Expositor.*

Dada la importancia del Óxido de Estaño (SnO2) en las aplicaciones tecnológicas actuales, utilizado principalmente como catalizador, sensor de gas, en fabricación de varistores, dispositivos electrónicos, dispositivos fotovoltaicos, entre otros. En el presente trabajo se instrumenta el método de Spray Pirolisis para la obtención de películas delgadas de Óxido de Estaño y otros materiales. El Spray pirolisis es una técnica utilizada para la producción de películas delgadas. Dicha técnica es económica a comparación de otras técnicas de deposición, como la pulverización catódica (sputtering) o la epitaxia por haces moleculares (MBE), sobre todo en lo referente a los químicos utilizados ya que no requiere de sustancias de alta pureza ni condiciones de alto vacío. Este método es muy utilizado en la industria de vidrio y en la generación de celdas solares. Sin embargo adquirir un equipo comercial implica gastos de hasta millones de pesos. El equipo de depósito por spray pirolisis fue fabricado en la Universidad Autónoma de Zacatecas, por el grupo de Grupo de investigación en materiales novedosos y energías renovables, acepta sustratos de áreas mayores a las de los equipos comerciales y la boquilla de rocio puede moverse con la posibilidad de programar barridos sobre el sustrato, así como la temperatura de este, haciendo posible depósitos en áreas de alrededor de 150 cm2. El equipo está formado por una tarjeta procesadora, un relevador doble, fuente de poder, motores a pasos para el barrido del rocío, así como electroválvula y un termopar tipo k. Presentamos algunas de nuestros resultados asi como el equipo desarrollado. Agradecimientos al proyecto SEP-CONACyT A1-S-8842.

M1904 **Depósito por adsorción y reacción sucesiva de capa iónica de SnO2, para aplicaciones fotovoltaicas sobre sustrato flexible.** *Juan Cristobal García Castro* (jcristobal@fisica.uaz.edu.mx), Universidad Autónoma de Zacatecas; Juan Carlos Martínez Orozco(jcmartinez@uaz.edu.mx), Universidad Autónoma de Zacatecas; Ismailia Escalante García(Ileg@uaz.edu.mx), Universidad Autónoma de Zacatecas; Mariana Carrillo Ortiz(carrilloortizmariana@gmail.com), Universidad Autónoma de Zacatecas; David Armando Contreras Solorio(dacs1015@gmail.com), Universidad Autónoma de Zacatecas; Héctor Alonso Guerrero Osuna(hectorguerreroo@uaz.edu.mx), Universidad Autónoma de Zacatecas; Antonio Del Río De Santiago(adelrio22@gmail.com), Universidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.*

El estudio y depósito de películas conductoras transparentes es un campo activo en la ciencia de materiales, para su uso en dispositivos electrónicos, como televisores de pantalla plana, celdas solares y recubrimientos. Las películas conductoras transparentes tienen bandas prohibidas amplias, cuyo valor es mayor que los de la luz visible y se utilizan normalmente como contactos eléctricos de baja resistencia sin bloquear la luz. La posibilidad de implementar celdas solares flexibles en las ventanas de edificios o en cualquier superficie expuesta al sol, ya sea de inmuebles o vehículos, aumenta la necesidad de estos materiales. Las técnicas de crecimiento como por ejemplo la pulverización catódica (sputtering) o la epitaxia por haces moleculares (MBE), son difíciles de implementar con sustratos de áreas grandes, como las que son necesarias para las aplicaciones mencionadas, esto sin tener en cuenta que son técnicas extremadamente costosas, que requieren vacíos de altos a ultra altos (>1x10-7Torr). La técnica adsorción y reacción sucesiva de capa iónica (SILAR) tiene la ventaja de poder escalarse de acuerdo con las necesidades y llevarse a cabo a presión atmosférica y temperatura ambiente. En este trabajo presentamos los resultados de la conductividad y la absorbancia de las películas de SnO2 depositadas sobre un polímero flexible, con el objetivo de utilizar este material para los propósitos antes mencionados, logrando una conductividad promedio de 0.392 (Ωcm-1). La caracterización por Uv-Vis produce valores en 300 nm con intensidades de 0.001abs. El equipo de depósito y caracterización eléctrica fue fabricado en la Universidad Autónoma de Zacatecas, por el grupo de Grupo de investigación en materiales novedosos y energías renovables. Agradecimientos al proyecto SEP-CONACyT A1-S-8842.

M2157 **OBTENTION OF CuO/CARBON-BLACK NANOCOMPOSITE** *Bryan Gregorio-Lozada* (briianlozada@gmail.com), Facultad*

*de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Martha Palomino-Ovando(marthap@fcfm.buap.mx), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Yesmin Panecatl-Bernal(yesminpanecatl_bernal@hotmail.com), Centro de Investigación en Dispositivos Semiconductores, Instituto de Ciencias, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Rubén Gómez-Hernández(ruben.hernandez100@hotmail.com), Departamento de Ciencias Químico-Biológicas, Universidad de las Américas Puebla; Joaquín Alvarado(joaquin.alvadado@correo.buap.mx), Centro de Investigación en Dispositivos Semiconductores, Instituto de Ciencias, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*

Carbon nanostructures have excellent electrical, thermal, mechanical, and optical properties, which can be enhanced by attaching another material with certain interesting properties to its structure. In this work CuO nanoparticles are attached to Carbon-Black (CB) in order to obtain a nanocomposite in glass and the FTO, which can be used for renewable energy and superconductive applications. It is worth to point out that green synthesis process is used to obtain CuO nanoparticles, whereas CB is obtained through tire recycling. Results of structural characterization (FTIR), morphological (SEM) and optical (UV-vis) of the obtained CuO/Carbon-Black nanocomposite will be presented

M1894 **Caracterización estructural por difracción de rayos X de una muestra de costilla de vaca (Bos Taurus) y estudio de sus propiedades ópticas de absorción y emisión antes y después de ser irradiada.** *Francisco Hernández Padilla* (paconut@ciencias.unam.mx), Laboratorio de Física Contemporánea, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.; Edwin Luna Cuervo(edwinluna96@ciencias.unam.mx), Laboratorio de Física Contemporánea, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.; Adolfo Ernesto Cordero Borboa(cordero@fisica.unam.mx), Departamento de Estado Sólido, Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

Se preparó una muestra de costilla de vaca para ser estudiada por el método de polvos de difracción de rayos X. El difractograma, tomado de 4° a 70° en 2θ a una velocidad de 0.02°/1s, con radiación generada por un ánodo de Cu excitado con una corriente de electrones de 20 mA bajo un voltaje de 30 kV, consiste de 10 picos de difracción. Las posiciones e intensidades de 9 de estos picos son consistentes con las líneas más intensas de los patrones de difracción de las fases cristalinas hidroxiapatita (Acta Cristallogr. B25, 1969, 1534-1543) y fluorapatita (Tarjeta 15-876, Powder Diffraction Data File, International Centre for Diffraction Data). El pico restante puede asociarse con una línea débil del patrón de la fluorapatita. Se presentarán estos resultados junto con un modelo físico de la estructura cristalina de la hidroxiapatita. Se observó que la muestra utilizada, al ser iluminada con luz ultravioleta, emite luz fluorescente en toda su superficie excepto en la región que recibió a los rayos X. Este fenómeno está siendo investigado por espectrofotometrías ópticas de absorción y fluorescencia. Los avances de esta investigación junto con aquellos que arrojen los análisis de otros difractogramas de la muestra estudiada, por registrarse a menores velocidades con el fin de discernir si en ella existe una solución sólida de hidroxiapatita y fluorapatita, se presentarán en este congreso.

M2457 **Influencia de la capa conductora transparente en estructuras fotovoltaicas de película delgada basadas en la prevoskita inorganica BiFeO3** *María Fernanda Palomeque Avalos* (A01173125@itesm.mx), Tecnologico de Monterrey, School of Engineering and Science, Ave. Eugenio Garza Sada 2501, Monterrey, N.L., México.; Eduardo Rocha Carreón(A01273867@itesm.mx), Tecnologico de Monterrey, School of Engineering and Science, Ave. Eugenio Garza Sada 2501, Monterrey, N.L., México.; Adriana Erika Martínez Cantón(amartine@tec.mx), Tecnologico de Monterrey, School of Engineering and Science, Ave. Eugenio Garza Sada 2501, Monterrey, N.L., México.; Carolina Janani Diliegros Godines(jdiliegros@tec.mx), Tecnologico de Monterrey, School of Engineering and Science, Ave. Eugenio Garza Sada 2501, Monterrey, N.L., México.; *Expositor.*

El desarrollo de energía limpia y sustentable es un problema que los gobiernos han empezado a abordar con urgencia en todo el mundo. La alta demanda actual de paneles solares, indica que las celdas solares continuarán evolucionando para proveer mayor eficiencia energética a un menor costo, pero más importante aún, con un bajo impacto ambiental [1,2]. Más del 80% de la industria solar actual está dominada por las tecnología basada en silicio, ya que ofrece gran estabilidad y eficiencia de conversión solar del orden de 25 %[3]. Dentro de las opciones para sustituir a las celdas de Si se encuentran las basadas en película delgada, las cuales poseen un costo de fabricación mucho menor. En este trabajo se explora el uso de películas inorgánicas de la perovskita BiFeO3 como semiconductor ferroeléctrico para su aplicación en una celda solar de película delgada. Las películas de BiFeO3 (BFO) fueron depositadas por el método de sol-gel inmersión-remoción sobre tres óxidos conductores transparentes (TCO) distintos usando las siguientes configuraciones: Vidrio/FTO/BFO, Vidrio/ITO/CFO y Vidrio/Cd2SnO4/BFO. Los sustratos de FTO e ITO fueron adquiridos comercialmente, mientras que el CdSnO4 fue crecido en nuestro laboratorio. Se realizó el estudio de la influencia del espesor de la película sobre las propiedades ferroeléctricas del material, usando 1, 3 y 5 recubrimientos con espesores entre 100-400 nm. La caracterización ferroeléctrica se llevó a cabo usando la

técnica de Microscopía de Fuerzas Ferroeléctricas (PFM), en donde se e observó que los recubrimientos desde una capa (100 nm) presentan respuesta ferroeléctrica con voltajes mayores a 6 V. Lo cual hace al material muy prometedor para su uso en celdas fotovoltaicas de película delgada basadas en perovskita inorgánica.

Referencias: [1] G. Chen, J. Chen, W. Pei, Y. Lu, Q. Zhang, Q. Zhang, Y. He, Bismuth ferrite materials for solar cells: Current status and prospects, Mater. Res. Bull. 110 (2019) 39–49. doi:10.1016/j.materresbull.2018.10.011. [2] B. Chen, X. Zheng, Y. Bai, N.P. Padture, J. Huang, Progress in Tandem Solar Cells Based on Hybrid Organic–Inorganic Perovskites, Adv. Energy Mater. 7 (2017). doi:10.1002/aenm.201602400. [3] M.A. Green, Y. Hishikawa, E.D. Dunlop, D.H. Levi, J. Hohl-Ebinger, M. Yoshita, A.W.Y. Ho-Baillie, Solar cell efficiency tables (Version 53), Prog. Photovoltaics Res. Appl. 27 (2019) 3–12. doi:10.1002/pip.3102.

M2472 **Efecto del confinamiento vertical en las propiedades dieléctricas de películas de aluminio ultradelgadas** *Carlos Manuel Vera Zamora* (manuvera345@gmail.com), Universidad Tecnológica de Tulancingo, camino a Ahuehuetitla 301 Col. Las Presas Tulancingo, Hidalgo, México C.P. 43645; Francisco Javier Flores Ruiz(fflores@ifuap.buap.mx), CONACYT-Instituto de Física, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Apdo. Postal J-48, 72570 Puebla, Puebla de Zaragoza, Mexico; Silvia Cortés López(scortesl@ifuap.buap.mx), Instituto de Física, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Apdo. Postal J-48, 72570 Puebla, Puebla de Zaragoza, Mexico; Valentín García Vázquez(lema@ifuap.buap.mx), Instituto de Física, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Apdo. Postal J-48, 72570 Puebla, Puebla de Zaragoza, Mexico; Felipe Pérez Rodríguez(fperez@ifuap.buap.mx), Instituto de Física, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Apdo. Postal J-48, 72570 Puebla, Puebla de Zaragoza, Mexico; *Expositor.*

Las películas metálicas de aluminio presentan propiedades dieléctricas similares a su contraparte en bulto. Estas películas son adecuadas para aplicaciones en óptica, microelectrónica, telecomunicaciones, etc., debido a sus excelentes propiedades tales como, baja resistividad eléctrica, alta reflectividad, buena adhesión a los sustratos, y resistencia a la oxidación y corrosión. Dependiendo del método de crecimiento, la función dieléctrica de estas películas puede presentar diferencias debido a las condiciones de fabricación. Se ha reportado que películas de otros metales, como oro, iridio y plata, presentan propiedades dieléctricas peculiares por debajo de un valor umbral. En este trabajo, usamos la técnica de magnetrón sputtering para depositar películas de aluminio de diferentes espesores sobre sustrato de cuarzo con el fin de cruzar el valor umbral donde las propiedades dieléctricas de las películas cambian. Usando la técnica de espectroscopia elípsométrica, determinamos la función dieléctrica. Hemos encontrado que la parte real de la función dieléctrica se vuelve positiva para películas con espesor $< 30$ nm en el rango de energía de 0.7 a 4.5 eV, y es negativa con características similares al bulto para espesores mayores a 30 nm. Estos resultados nos indica que hay una transición de comportamiento tipo metálico a tipo dieléctrico, posiblemente inducido por el confinamiento vertical del metal y por el umbral de percolación. Estos hallazgos son respaldados con mediciones de transmitancia, reflectancia y morfología de la superficie. El potencial de estos resultados podría aterrizarse en el desarrollo de dispositivos de modulación optoelectrónica, biosensores y ventanas inteligentes debido a la sintonización de las propiedades dieléctricas.

M2316 **Conductividad óptica de semimetales de Dirac anisotrópicos con simetría de valle rota** *Miguel Abraham Mojarro Ramírez* (abraham.mojarro@uabc.edu.mx), Universidad Autónoma de Baja California; Ramón Carrillo Bastos(ramoncarrillo@uabc.edu.mx), Universidad Autónoma de Baja California; Jesús Alberto Maytorena Córdova(jesusm@cnyn.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

En sistemas de Dirac bidimensionales, un campo magnético externo rompe la simetría de inversión temporal y abre una brecha en los puntos de Dirac. Otra forma de romper la simetría de inversión temporal (o simetría de valle) y abrir una brecha es introduciendo una textura de espín, la cual crea un flujo magnético periódico, como lo describe Hill *et al*. Siguiendo el interés reciente en semimetales de Dirac anisotrópicos, estudiamos la respuesta de estos materiales a un campo electromagnético externo dependiente del tiempo en la presencia de una textura de espín. Tomando al borofeno $8-Pmmn$ como ejemplo ilustrativo, calculamos la densidad conjunta de estados, la cual permite identificar frecuencias críticas para transiciones interbanda y singularidades de van Hove. El tensor de conductividad óptica muestra un fuerte comportamiento anisotrópico debido a la asimetría electrón-hueco, y una conductividad Hall distinta de cero como consecuencia del rompimiento de simetría de valle.

M2604 **The exact two-spinon longitudinal dynamical structure factor of the anisotropic XXZ model** *Isaac Perez Castillo* (isaacpc@fisica.unam.mx), IFUNAM; *Expositor.*

Inelastic neutron scattering experiments are commonly used to unveil how excitations on Heisenberg spin models play a role in dynamical correlations functions. For a certain class of materials, like CsCoCl or CsCoBr salts, it turns out that their magnetic properties are fairly well approximated by quasi-one dimensional XXZ models, which enjoy the property of quantum integrability. In these instances, one can in principle use their underlying algebraic structure to describe very precisely how excitations, the so-called spinons,

participate in dynamical correlations functions. Even though the available theories (either algebraic Bethe ansatz or quantum group approach) provide all the needed physical quantities such as form factors, complete set of eigenstates and spectrum, it is typically a rather daunting task, however, to obtain sufficiently simple analytical expressions for computing Dynamical Structure Factors (DSFs), valuable, eg, for parameters estimation based on experimental data. This is particularly the case for the longitudinal DSF of the XXZ model, which has eluded a formal mathematical treatment thus far. Using the quantum group approach, we present here an exact and simple expression of the 2-spinon longitudinal DSF and show our results to be consistent with the expected sum rules and the isotropic and Ising antiferromagnet limiting cases.

M1968 **Crecimientos de GaInAsSb con incorporación de N sobre substratos de GaSb mediante la técnica de Epitaxia en Fase Líquida para la elaboración de fotodiodos.** *Claudia Verónica Silva Juárez* (a126554@alumnos.uaslp.mx), Universidad Autónoma de San Luis Potosi; Víctor Hugo Compeán Jasso(compean9@hotmail.com), Universidad Autónoma de San Luis Potosi; Francisco Javier De Anda Salazar(compean9@hotmail.com), Universidad de Paris VI, "Pierre et Marie Curie", Francia.; Andrei Gorbatchev(andre@cactus.iico.uaslp.mx), Instituto Físico-Técnico A.F. Ioffe, St. Petersburgo, Rusia.; Amparo Rodríguez Cobos(roca@cactus.iico.uaslp.mx), Instituto Nacional Politécnico de Grenoble , Francia; Michournyi Vyatcheslav(slava@cactus.iico.uaslp.mx), Instituto Físico-Técnico A.F. Ioffe, St. Petersburgo, Rusia.; Ulises Zavala Morán(a126554@alumnos.uaslp.mx), Universidad Autónoma de San Luis Potosi; *Expositor.*

Recientemente se ha demostrado que los nitruros diluidos, podrían actuar como un sistema de material alternativo para dispositivos optoelectrónicos a 2.5 µm1, así como en la región del infrarrojo medio2. Dichas aleaciones de los grupos III-V se consideran una ventaja, en contraparte deterioran de cierta manera las propiedades optoelectrónicas y cristalinas de los mismos. La técnica MBE se ha utilizado principalmente para el crecimiento de dichos materiales, mientras que técnicas como MOVPE y la implantación de iones se han utilizado para el crecimiento de otros nitruros diluidos III-V. Mondal3 reporta el crecimiento de capas epitaxiales de GaSbN haciendo uso de la técnica de LPE utilizando como fuente de N el GaN policristalino, este se incorporara en la fase líquida y se hornea a temperaturas que van desde los 600 y 800°C, la desventaja es que no se tiene control de peso3. La incorporación de GaN en el crecimiento de LPE en los materiales III-V podría expandir el espectro de emisión. Un problema con este material es que su coeficiente de segregación en materiales como Ga e In parece ser relativamente bajo y su incorporación en la fase líquida está limitada a temperaturas inferiores a 1300°K. En este trabajo tratamos de incorporar N de dos maneras en la fase líquida de una aleación Ga–In–As–Sb para después obtener crecimientos de capas epitaxiales de GaInAsSb sobre de GaSb, de igual manera se hicieron crecimientos de GaSbN sobre GaSb. La primera técnica fue agregando pequeñas cantidades de GaN y también tratando los solventes con HNO3, ya que anteriormente se ha reportado que la incorporación de N expande el espectro de emisión3 de estos materiales. El método consiste en humedecer un trozo de superficie sólida de Ga por aproximadamente 24 horas hasta que la reacción se detenga, luego lo horneamos a una temperatura de 850°C junto con el resto de In y Ga que formarán parte de la fase líquida, esperando una incorporación de N en la fase líquida. Reportamos la caracterización realizada a las muestras de GaSbN mediante rayos–X para evaluar la posibilidad de que en las deposiciones quinarias pudiera haber presencia de N. Además, se caracterizó la fotoluminiscencia de los materiales crecidos (GaInAsSbN y GaInAsSb) a 13°K y 300°K observando principalmente que, a bajas temperaturas, la aleación quinaria en comparación con la cuaternaria mostró un pico de emisión más y emite a temperatura ambiente. Finalmente, reportamos el trabajo llevado a cabo en la fabricación de fotodiodos en base a estos materiales. Este trabajo se hace en un cuarto limpio y de entre las técnicas utilizadas en este proceso tenemos la deposición de soluciones mediante spinner, el proceso de fotolitografía convencional y el método del lift-off, así como también la deposición de metales por evaporación.

1. G. Ungaroet al, Electron. Lett. 35 (1999) 1246. 2. W. Li et al., J. Appl. Phys. 94 (2003) 4248. 3. A. Mondal et al. Journal of Crystal Growth 297 (2006) 4-6.

M2651 **Propiedades luminiscentes del fósforo** $Sr_2LiAlO_4$ : $Eu^{3+}$ *Rubén Alfredo Hernández Zamudio* (hernandezzamudiorubenalfredo@gmail.com), Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa; Enrique Barrera Calva(ebc@xanum.uam.mx), Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa; Federico González García(fgg@xanum.uam.mx), Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa; *Expositor.*

La búsqueda de fósforos de alta eficiencia hechos a base de elementos abundantes y de menor impacto al ambiente, es un área de investigación de importancia creciente. En este contexto, diversas estrategias se han instrumentado para identificar compuestos anfitriones que puedan alojar especies ópticamente activas anticipando, además, buenas eficiencias. Un de estos compuestos, diseñado a medida a partir de un análisis de miles de sistemas es el $Sr_2LiAlO_4$ ($SLAO$) [1]. En este trabajo se reporta la síntesis a través de estado sólido del $SLAO$ puro y dopado con $Eu^{3+}$ y $Ce^{4+}$, así como su caracterización a través de difracción de rayos X (DRX) y espectroscopías de absorción óptica y fotoluminiscente. Los patrones de DRX, incluyendo aquellos de los compuestos dopados

con Eu y Ce, confirman la presencia de la fase de interés, demostrando la incorporación de estos iones a la estructura cristalina del $SLAO$ que, de acuerdo con el análisis completo del perfil de los difractogramas, posee simetría monoclínica compatible con el grupo espacial $P2_1/m$ (11). Los espectros de reflectancia difusa revelan una banda ancha por debajo de los 350 nm que está asociada a la transición fundamental del $SLAO$. Como es de esperar, sólo los espectros de emisión y excitación de la muestra $SLAO{:}Eu^{3+}$ presentan máximos característicos asociados a las transiciones $f-f$ del $Eu^{3+}$; además, en el espectro de excitación de esta misma muestra, se observa una banda muy prominente con máximo alrededor de 270 nm adscrita a un estado de transferencia de carga ligante metal (TCLM) $O^{2-/-} \rightarrow Eu^{3+/2+}$. Finalmente, mediante el formalismo de modelo del corrimiento químico que permite referir niveles electrónicos a la energía del vacío partiendo del valor de la energía del bandgap óptico, calculado de los espectros de reflectancia difusa, y con el valor de la energía del estado TCLM $O^{2-} \rightarrow Eu^{3+}$, establecido a partir del espectro de excitación, se construyó un diagrama de niveles de energía de los lantánidos divalentes y trivalentes relativos a las bandas de valencia y conducción del $SLAO$. Este diagrama permite evaluar el uso potencial de este material anfitrión en otras aplicaciones luminiscentes.

[1]. Z. Wang, J. Ha, Y. H. Kim, W. B. Im, J. McKittrick, S. P. Ong. Mining unexplored chemistries for phosphors for high-color-quality whitelight-emitting diodes. Joule, 2 (2018) 914-926. Agradecimientos. Al CONACyT por la beca otorgada a RHZ para los estudios de maestría (CVU 955907). Al laboratorio de difracción de rayos X (T-128) por la medición de los patrones de DRX.

M1903 **Depósito por adsorción y reacción sucesiva de capa iónica de SnO2, para aplicaciones fotovoltaicas sobre sustrato reciclado.** *Diego Abel Salado Trinidad* (dabel367@gmail.com), Unidad Académica de Física, Universidad Autónoma de Zacatecas, Calzada Solidaridad esquina con paseo a la Bufa S/N, C.P. 98060, Zacatecas, Zacatecas, México.; Antonio Del Río-De Santiago(adelrio22@gmail.com), Posgrado en ingeniería y tecnología aplicada, Unidad Académica de Ingeniería, Universidad Autónoma de Zacatecas, Ramón López Velarde 801, C.P. 98000, Zacatecas, Zacatecas, México.; Juan Carlos Martínez Orozco(jcmartinez@uaz.edu.mx), Unidad Académica de Física, Universidad Autónoma de Zacatecas, Calzada Solidaridad esquina con paseo a la Bufa S/N, C.P. 98060, Zacatecas, Zacatecas, México.; David Armando Contreras Solorio(dacs1015@gmail.com), Unidad Académica de Ciencia y Tecnología de la Luz y la Materia, Universidad Autónoma de Zacatecas, Car. Zacatecas-Guadalajara Km. 6, Ejido La Escondida, 98160 Zacatecas, Zac., México.; Marlen Hernández-Ortiz(mar.hernandezo@uaz.edu.mx), Unidad Académica de Economía, Universidad Autónoma de Zacatecas, Avenida Preparatoria S/N Col. Hidráulica, Zacatecas C. P. 98068, Zac. México.; José Manuel Ortiz Rodríguez(manuelortiz@uaz.edu.mx), Posgrado en ingeniería y tecnología aplicada, Unidad Académica de Ingeniería, Universidad Autónoma de Zacatecas, Ramón López Velarde 801, C.P. 98000, Zacatecas, Zacatecas, México.; *Expositor.*

Es evidente que el ambiente ha cambiado por causas antropogénicas, así que proponer soluciones a este problema es ya una obligación para toda la comunidad científica en la medida de sus posibilidades. Las energías renovables y el reciclaje son ejemplos de lo anterior. El estudio y depósito de películas conductoras transparentes es un campo activo de la física y la química, para su uso en dispositivos optoelectrónicos como las celdas solares. Las técnicas de crecimiento por ejemplo la pulverización catódica (sputtering) o la epitaxia por haces moleculares (MBE), son difíciles de implementar con sustratos de áreas grandes, como las necesarias para las aplicaciones mencionadas, esto sin tener en cuenta que son técnicas costosas, que requieren vacíos de altos a ultra altos (>1x10-7Torr). Por otro lado, la técnica de adsorción y reacción sucesiva de capa iónica (SILAR, por sus siglas en inglés) tiene la ventaja de poder escalarse de acuerdo a las necesidades y llevarse a cabo a la presión atmosférica y temperatura ambiente. En este trabajo mostramos los resultados de la conductividad y la absorbancia de las películas de SnO2 depositadas sobre un polímero flexible reciclado, obtenido de envolturas metalizadas, utilizadas comercialmente en golosinas, con el objetivo de utilizar este material para los propósitos antes mencionados. El equipo de depósito y caracterización eléctrica fue fabricado en la Universidad Autónoma de Zacatecas, por el grupo de Grupo de investigación en materiales novedosos y energías renovables. Agradecimientos al proyecto SEP-CONACyT A1-S-8842.

M1983 **Transmission Properties of Golden Self-Affine MultibarrierStructure in Graphene** *Mohammed Miniya* (m.miniya@uaem.edu.mx), Centro de Investigación en Ingenierías y ciencias aplicadas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos,; Dan Sidney Díaz Guerrero(diazd@uaem.mx), Centro de Investigación en Ciencias, Universidad Autónoma del Estado de Morelos; Luis Manuel Gaggero-Sager(lgaggero@uaem.mx), Centro de Investigación en Ingenierías y ciencias aplicadas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos,; Outmane Oubram(oubram@uaem.mx), Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, Universidad Autónoma del Estado de Morelos; *Expositor.*

In this paper we describe the transmission properties of electrons propagating in a new self-affine golden multibarrier system based on graphene. The self-affine golden system was made byusing the golden ratio in the scaling of the energy of barriers added from one generation of theconstruction to the next. The scaling in the width of the barriers is 1/3. The choice of differentscaling factors

for the energy and the width of the barriers in the construction process is whatmakes it a self-affine golden structure. We found some scaling transformations in the transmissionrelating curves for different parameters of the multibarrier system. These scaling transformationsare established as general analytic expressions. In conclusion, the use of the golden ratio as ascaling factor implies that there is new scaling transformations for self-affine golden multibarriergraphene-based structures.

M2000 **Coeficiente de Absorción de un punto cuántico de GaAs/AlGaAs esférico multi-capa** *Gabriel Rodríguez Guijarro* (garogui10@hotmail.com), Universidad Autónoma de Zacatecas; Karla Arely Rodríguez Magdaleno(karelyrod@uaz.edu.mx), Universidad Autónoma de Zacatecas; William Gutiérrez Niño(williguit@uis.edu.co), Universidad Industrial de Santander; Juan Carlos Martínez Orozco(jcmartinez@uaz.edu.mx), Universidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.*

El interés en puntos cuánticos multicapa con heteroestructuras como CdTe/ZnSe, ZnTe/ZnSe, GaN/InGaN y algunos más en AlGaAs/GaAs están motivados por sus propiedades físicas básicas, así como por sus potenciales aplicaciones. En este sentido el estudio de propiedades optoelectrónicas para los puntos cuánticos esféricos multicapa es de suma importancia para contribuir al mejor entendimiento de los sistemas. Entonces en este trabajo reportamos un estudio sistemático de la estructura electrónicoa y el cálculo del coeficiente de absorción intersubbanda para un punto cuántico esférico multicapa con la heteroestructura de GaAs/AlGaAs.

Reportamos el cálculo de la estructura electrónica de un punto con núcleo de GaAs de radio $r_1 = 10$ nm, considerando un escalón de $Al_xGa_{1-x}As$ de ancho $r_2 - r_1$ y finalmente una barrera de potencial exterior de $Al_{0.3}Ga_{0.7}As$ con $r_3 = 25$ nm, es decir que el radio total del punto cuántico esférico multi-capa escalonado es fijo. En este trabajo la concentración de aluminio del escalón esta en el rango $0 < x < 0.25$ y estudiamos también los efectos del ancho del escalón tanto en la estructura electrónica como en el coeficiente de absorción. Agradecimientos al proyecto SEP-CONACyT A1-S-8842.

M2254 **GRAFENO TENSADO: ANÁLISIS DE SUS PROPIEDADES ELECTRÓNICAS Y ESTRUCTURALES** *Sara Gallegos Buenrostro* (sara.gallegos@fisica.uaz.edu.mx), UNIVERSIDAD ACADÉMICA DE ZACATECAS; Raúl Mauricio Torres Rojas(rtorres@fisica.uaz.edu.mx), UNIVERSIDAD ACADÉMICA DE ZACATECAS; David Armando Contreras Solorio(dacs10@yahoo.com.mx), UNIVERSIDAD ACADÉMICA DE ZACATECAS; Agustín Enciso Muñoz(agustinenciso@gmail.com), UNIVERSIDAD ACADÉMICA DE ZACATECAS; *Expositor.*

El grafeno fue el primer material bidimensional (2D) obtenido, es sin duda el material más estudiado en la última década y ha causado gran interés debido a sus sobresalientes propiedades estructurales y electrónicas. Sin embargo, una desventaja para aplicaciones electrónicas es su carácter semimetálico, se ha buscado modificarlo para que sea semiconductor y poderlo usarlo más ampliamente en dispositivos electrónicos. En este trabajo se presenta un estudio sobre las características del grafeno tensado. Se sabe que uno de los rasgos principales del grafeno es que puede tensarse hasta en un 20%. Esto puede cambiar sus propiedades electrónicas, de tal manera que se abra todo un universo en el estudio de materiales 2D tensados. En nuestro análisis teórico se hace uso de la Teoría de la Funcional de Densidad mediante el uso del código Wien2k para realizar cálculos de propiedades estructurales y electrónicas para obtener información sobre el efecto que causan las deformaciones mecánicas en el grafeno.

M2667 **Brecha de energía en heteroestructuras híbridas 2D G/hBN** *Raúl Mauricio Torres Rojas* (rtorres@fisica.uaz.edu.mx), Universidad Autónoma de Zacatecas; David Armando Contreras Solorio(dacs10@yahoo.com.mx), Universidad Autónoma de Zacatecas; Agustín Enciso Muñoz(agustinenciso@gmail.com), Universidad Autónoma de Zacatecas; Luis Hernández García(luismanhz@gmail.com), Universidad de la Habana; *Expositor.*

El advenimiento de los materiales bidimensionales (2D) ha generado un creciente interés debido sus interesantes propiedades y a la variedad de dispositivos en los cuales pueden ser usados. Sin embargo, más interesante aún son las propiedades de heteroestructuras construidas capa por capa de dos o más de estos materiales 2D. El Grafeno (G) y la monocapa de nitruro de Boro hexagonal (hBN) son dos de los principales exponentes de estos materiales, ambos tienen un átomo de espesor y estructuras tipo panal de abejas muy similares pero con brechas de energía muy diferentes. El grafeno es un semimetal (0 eV) y el hBN es un aislante (5.9 eV) En este trabajo presentamos cálculos de propiedades estructurales y electrónicas para diferentes configuraciones de heteroestructuras híbridas 2D de G/hBN, en el marco de la teoría del funcional de la densidad. Nos enfocamos en el cálculo de la brecha de energía ya que éste ha sido un tema de discusión por varios años.

M2461 **Síntesis y caracterización de la estructura cristalina y propiedades electrónicas de** $Nb_{1-x}Y_xB_{2.5}$ *Eugenia Paola Arévalo López* (paola.arevalo@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias - Universidad Nacional Autónoma de México; Martín Romero-Martínez(mromero@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias - Universidad Nacional Autónoma de México; Lázaro Huerta Arcos(lazaro@iim.unam.mx), Instituto de Investigaciones en Materiales, Universidad*

*Nacional Autónoma de México; María Luisa Marquina Fábrega(marquina@unam.mx), Facultad de Ciencias - Universidad Nacional Autónoma de México; Raúl Escamilla Guerrero(rauleg@unam.mx), Instituto de Investigaciones en Materiales, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*
Los boruros de metales de transición son una familia de compuestos muy interesantes ya que presentan una amplia gama de estequiometrías metal-boro, las cuales a su vez forman una gran variedad de estructuras cristalinas. El arreglo de los átomos de boro en la estructura cristalina puede dar origen a propiedades como alta dureza, magnetismo y superconductividad. En particular, los diboruros de metales de transición $MB_2$ pueden presentar vacancias del metal lo que genera modificaciones en la estequiometría de boro, por ejemplo $NbB_2$ no es superconductor y al cambiar el contenido de boro $NbB_{2+x}$ presenta superconductividad. En este trabajo se fijó la cantidad de boro y se llevó a cabo la sustitución de Y en sitios de Nb en el $Nb_{1-x}Y_xB_{2.5}$, donde $x = 0.000$, 0.025 y 0.050. La síntesis se efectuó mediante reacción en estado sólido bajo atmósfera de argón. La caracterización estructural se realizó mediante difracción de rayos X y las propiedades electrónicas fueron analizadas con espectroscopía de fotoelectrones emitidos por rayos X. Este trabajo ha sido parcialmente financiado con el programa UNAM-DGAPA-PAPIIT (IN115219).

M2130 **Cálculo del coeficiente de absorción para pozos delta-dopados triples en AlGaAs/GaAs en presencia de campos eléctricos y magnéticos** *Erika Cecilia Carrillo Trejo* (erikace123@hotmail.com), Unidad Académica de Física, Universidad Autónoma de Zacatecas; Antonio Del Río De Santiago(adelrio22@gmail.com), Unidad Académica de Ingeniería, Universidad Autónoma de Zacatecas; Juan Carlos Martínez Orozco(jcmartinez@uaz.edu.mx), Unidad Académica de Física, Universidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.*
Las propiedades optoelectrónicas de los sistemas cuánticos nanoestructurados son de gran interés tanto desde el punto de vista de la física básica como por sus potenciales aplicaciones, en especifico en épocas recientes hay mucho interés en los sistemas que operan en el rango de los terahertz. En este caso las transiciones intersubbanda de los pozos cuánticos semiconductores de con base en la heteroestructura de AlGaAs/GaAs, debido a las discontinuidades de banda de las heteroestructuras, están justamente en este rango. Entonces en este trabajo presentamos el cálculo de la estructura electrónica la estructura y del coeficiente de absorción intersubbanda para un pozo delta-dopado triple como función de campos eléctricos y magnéticos aplicados en la dirección de crecimiento y en el plano, respectivamente. Encontramos que la asimetría en las densidades de portadores de carga consideradas, que producen el perfil, y los campos electromagnéticos permiten cambios apreciables tanto en la magnitud como en la localización de los picos resonantes del coeficiente de absorción. Agradecimientos al proyecto SEP-CONACyT A1-S-8842.

M2674 **Estudio para la mejora de la reflectividad de recubrimientos de aluminio sobre sustrato polimérico** *Jesús Javier Ortega Cabrera* (jesusalqz@gmail.com), Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica.; Moisés Hinojosa Rivera(hinojosamoises@yahoo.fr), Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica.; Alfonso Macías Reyes(amacias@varroclighting.com), Varroc Lightning; Alberto Varela Valdez(alberto.varelavldz@uanl.edu.mx), Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica.; Victor Israel Germán Flores(victor.germanfl@uanl.edu.mx), Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica.; *Expositor.*
En el proceso industrial de metalizado de faros automotrices se presentan variaciones en la reflectividad que pueden llegar a ser motivo del rechazo de estos. Si bien el depósito de capas metálicas delgadas sobre sustratos cerámicos ha sido estudiado ampliamente, no existen muchos estudios que analicen el efecto de la morfología del recubrimiento de aluminio en la reflectividad resultante después del depósito sobre el sustrato de policarbonato de los faros. Para mejorar la comprensión al respecto, hemos llevado a cabo un estudio teórico mediante LAMMPS (Large-scale Atomic/Molecular Massively Parallel Simulator) que permite explorar el comportamiento morfológico de la superficie de aluminio depositada a tiempos y temperaturas variables que buscan emular los parámetros industriales. Adicionalmente, se presenta un estudio práctico en el que se realizaron depósitos a diferentes temperaturas y tiempos utilizando un equipo comúnmente empleado en la industria. Se llevó a cabo un análisis de la rugosidad superficial de los depósitos mediante imágenes de microscopía electrónica de barrido y microscopía de fuerza atómica. Además, se estudió el espesor del recubrimiento, y se pudo obtener un espesor óptimo de 800 nm, en función del tiempo de depósito y de la temperatura del sustrato para el cual la reflectividad tuvo un máximo de 82%, para una longitud de onda de 500 nm. El análisis de microscopía en conjunto con el de difracción de rayos X permitió detectar la formación de promontorios o hillocks, asociados a la presencia de impurezas de oxígeno que provocan un cambio en la energía superficial durante la formación del cristal entre los planos (100) y (110). Nuestros resultados indican que mediante el análisis teórico y práctico se pueden obtener una mejora de la reflectividad del recubrimiento variando la temperatura del sustrato y el tiempo de depósito.

M2825 **Estudio de las fluctuaciones de espín en hidruro de paladio bajo presión hidrostática**

*Joaquín Rivera Velázquez* (joaquinryu@gmail.com), Universidad Autónoma Metropolitana - Azcapotzalco; César López Monsalvo(cslopezmo@conacyt.mx), Universidad Autónoma Metropolitana - Azcapotzalco; Alberto Rubio Ponce(arp@azc.uam.mx), Universidad Autónoma Metropolitana - Azcapotzalco; *Expositor.*
En este trabajo se hace un estudio de las fluctuaciones de espín en la termodinámica superconductora bajo presión hidrostática del sistema de hidruro de paladio, donde el hidrógeno se reemplaza por deuterio y tritio (PdH, PdD, PdT) que experimentalmente presentan propiedades superconductoras, para explicar el efecto isotópico anómalo entre los compuestos PdH y PdD. El estudio se realizó en el marco de la Teoría del Funcional de la Densidad (DFT) considerando la teoría de Eliashberg, implementada en el código ELK. La temperatura crítica (Tc) encontrada en este trabajo para los sistemas PdH, PdD y PdT, es 9.6 K, 10.6 K y 11.2 K, respectivamente, que están en acuerdo con los datos reportados en la literatura. Adicionalmente, encontramos que las constantes del acoplamiento disminuyen a medida que aumenta la presión hidrostática.

M2837 **Impacto del estado $3d_1-Ti$ en la propiedades ópticas de $MZrO_3$ ($M = Ca$ y $Sr$) dopados con $Pr^{3+}$ y $Ti^{4+}$** *Germán López Pacheco* (exnastral@outlook.com), Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa; Enrique Barrera Calva(ebc@xanum.uam.mx), Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa; Federico González García(fgg@xanum.uam.mx), Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa; *Expositor.*
En los años recientes nuestro grupo de investigación ha realizado esfuerzos sistemáticos para entender la interacción entre el titanio y algunos lantánidos trivalentes como el $Pr^{3+}$ y el $Yb^{3+}$. En el caso del $Pr^{3+}$, los niveles $3d$ del $Ti$ producen la inhibición de su emisión azul verdosa ($^3P_0 \rightarrow ^3 H_4$) en favor de aquella en el rojo ($^1D_2 \rightarrow ^3 H_4$). Esta característica puede explotarse para producir la modulación entre ambas emisiones, por ejemplo, en soluciones sólidas de los compuestos de tipo perovskita $SrTiO_3$ y $SrZrO_3$ ($SZO$) dopadas con $Pr^{3+}$; en el primero, la emisión roja domina en tanto que en el último, lo hace la azul verdosa. Llama la atención que el efecto en la respuesta luminiscente en tales soluciones sólidas es significativo aun para concentraciones de 1 $mol\%$ de $Ti$. A partir de este hecho, y de que dos modelos se disputan el origen del efecto en las propiedades luminiscentes del $Pr^{3+}$ en titanatos, uno apelando a un estado de transferencia de carga metal-metal $Pr^{3+/4+} \rightarrow Ti^{4+/3+}$ y el otro a un estado similar pero de tipo metal-ligante $O^{2-/-} \rightarrow Ti^{4+/3+}$, resulta de interés intentar esclarecer cuál sería el efecto del $Ti$ en concentraciones menores y en materiales anfitriones con distinta estructura electrónica. Para tal fin, se sintetizaron muestras de $CaZrO_3$ ($CZO$) y $SrZrO_3$ dopadas con $Pr^{3+}$ (0.03% en $mol$) y $Ti^{4+}$ en concentraciones de 20 $ppm$ y 200 $ppm$ mediante el método del complejo polimérico. Los compuestos se caracterizaron por difracción de rayos X, confirmando la presencia de las fases esperadas para el $CZO$ y el $SZO$. Para su caracterización óptica se midieron espectros de absorción y fotoluminiscencia. Los resultados indican la presencia del estado de transferencia de carga ligante metal (TCLM) $O^{2-} \rightarrow Ti^{4+}$, para 20 $ppm$ y 200 $ppm$ en el $SZO$ y su fuerte interacción con el $Pr^{3+}$. En el $CZO$, las diferencias en su estructura electrónica respecto al $SZO$ favorecen la transición $4f - 5d$ del $Pr^{3+}$ que aun en el $CZO$ con 20 $ppm$ de $Ti^{4+}$ domina la respuesta luminiscente de este compuesto. Sin embargo, en la muestra con 200 $ppm$ de $Ti^{4+}$ la aparición de una banda de tipo TCLM $O^{2-} \rightarrow Ti^{4+}$, de menor intensidad, enmascara aquella adscrita a la transición $4f - 5d$ del $Pr^{3+}$. Finalmente, la construcción de los diagramas de energía electrónicos referidos al vacío a partir de la información provista por los espectros de reflectancia difusa y de fotoluminiscencia del $CZO : Pr^{3+}/Ti^{4+}$ y el $SZO : Pr^{3+}/Ti^{4+}$, ofrece evidencia más allá de toda duda razonable de que el estado electrónico que media la respuesta luminiscente del $Pr^{3+}$ en presencia de $Ti^{4+}$ es de tipo TCLM $O^{2-} \rightarrow Ti^{4+}$. Agradecimientos. A PRODEP-SEP por la beca postdoctoral otorgada a GLP. También, al Laboratorio de DRX (T-128) UAM-I por las mediciones de DRX.

M2131 **ANÁLISIS DE ESTRUCTURAS FOTÓNICAS A BASE DE SILICIO POROSO EN EL VIS-NIR: MAXIMIZACIÓN DE LA REFLECTANCIA PROMEDIO EN EL MÍNIMO ESPESOR** *Victor Castillo Gallardo* (victor1_1@hotmail.com), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Luis Eduardo Puente Díaz(fmatpuente@gmail.com), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Héctor Pérez Aguilar(hiperezag@yahoo.com), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Luis Mochán Backal(mochan@fis.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Vivechana Agarwal(vagarwal@uaem.mx), Universidad Autónoma del Estado de Morelos; *Expositor.*
El silicio poroso es un material muy adecuado para desarrollar dispositivos ópticos basados en estructuras multicapa, ya que en una oblea de silicio cristalino se pueden alternar capas de alta y baja porosidad. Las aplicaciones más comunes de este tipo de estructuras son el filtrado y guiado de ondas electromagnéticas, control de la fotoluminiscencia y sensores químicos. En este trabajo se maximizó la reflectancia promedio (reflectancia como función de la longitud de onda y del ángulo de incidencia) de una estructura fotónica en el mínimo espesor posible. La estructura fue diseñada en la región visible y NIR del espectro electromagnético y el espesor óptico de cada capa cumple con la condición de Bragg ($\lambda_0/4$). La forma genérica de la expresión que modula el diseño de la estructura fotónica es:

$$\lambda_j = \lambda_{min} + (\lambda_{max} - \lambda_{min}) f_j(x)$$

donde $\lambda_{min}$, $\lambda_{max}$ y $\lambda_j$ son las longitudes de onda mínima, máxima y de diseño a la cual está entonado el $j$-ésimo periodo, respectivamente y $f_j(x)$ es cualquier función normalizada. Aquí, $x = j/N_p$ donde $j$ es el número de periodo y $N_p$ es la cantidad de periodos que tendrá la estructura. La reflectancia promedio de la estructura fue optimizada empleando Minuit (un paquete de PDL). Esta optimización se realizó para tres diferentes contrastes de porosidades: de 30% y 76%, de 42% y 76% y de 51% y 76%, en el rango comprendido de 400 a 1400 nm. Se encontró que 30 periodos son suficientes para obtener un 94% de reflectancia promedio para el primer contraste de porosidad. Para el segundo, basta con 50 periodos para que la estructura tenga el 92% de reflectancia promedio. En el último contraste de porosidad, la reflectancia promedio disminuye 3% y la cantidad de periodos aumenta a 63. Finalmente, se sintetizó la estructura con el 51% y 76% de porosidad y se midió la reflectancia a diferentes ángulos de incidencia (10º, 20º, 30º, 40º y 50º). El espectro de reflectancia medida va muy de acorde con el calculado. Además, esta estructura posee una banda de propagación prohibida omnidireccional en la región del NIR. Esta propiedad puede ser empleada en dispositivos ópticos que requieran operar en dicha región del espectro electromagnético.

M2782 **Simulaciones de dinámica molecular de nanoalambres de oro bajo tensión uniaxial: Efectos de ordenamiento cristalino, temperatura, y taza de deformación.** *Marco Alejandro Zúñiga Zúñiga* (marco.zunigazu@uanl.edu.mx), Universidad Autónoma de Nuevo León; Sergio Javier Mejía Rosales(sergio.mejiars@uanl.edu.mx), Universidad Autónoma de Nuevo León; *Expositor.*

En este trabajo se simulan nanaoalambres de Au infinitamente largos sometidos a tensión uniaxial. Se prepararon nanalambres crecidos en tres dimensiones cristalográficas distintas, además de un nanoalambre cuya estructura está basada en la geometría icosaédrica. Se analizan los cambios en la estructura durante la deformación, en particular la formación de dislocaciones, y se obtienen algunas de las propiedades mecánicas características, como módulo de Young, resistencia a la tensión, porcentaje de elongación, y razón de Poisson. Las interacciones atómicas se modelan por medio de un potencial de Embedded Atom. Se encuentra que mientras la resistencia a la tensión es sensible a la temperatura, con diferencias de hasta 20 GPa entre 1 y 300 K, el porcentaje de elongación no parece depender de la temperatura. El alambre con orientación 111 es el más resistente (122 GPa a 1K), y el 001 el más débil (45 GPa a 1K) con los otros en valores intermedios. Un comportamiento que compartieron las estructuras fue que presentaron periodos de recristalización a lo largo del estiramiento, en donde la curva tensión-deformación vuelve a tomar un comportamiento lineal y adquiere un nuevo límite elástico.

M2134 **Excitación de modos resonantes Fano en una estructura fotónica 1D** *José Eduardo Medina Magallón* (jmedinamagallon@gmail.com), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Petr Zhevandrov Bolshakova(pzhevand@gmail.com), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Alberto Mendoza Suárez(amendozas777@yahoo.com.mx), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Héctor Pérez Aguilar(hiperezag@yahoo.com), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.*

En este trabajo se presenta un estudio teórico y numérico de una estructura fotónica 1D que presenta una variación periódica en el índice de refracción. Dado que las ecuaciones diferenciales son una herramienta utilizada para el modelado de fenómenos físicos, hacemos uso de la Teoría de Floquet para realizar el estudio teórico de la estructura fotónica en cuestión, permitiendo hacer un análisis de sistemas físicos que presentan algún tipo de periodicidad; ya que conserva las propiedades del sistema para el caso donde los coeficientes de las ecuaciones son periódicos. Los cálculos numéricos se realizaron mediante la técnica conocida como el Método de la Ecuación Integral. Los resultados teóricos y numéricos de la estructura fotónica 1D, están mostrando la presencia de un modo resonante de tipo Fano para $\epsilon = 0.1$, $q = -1$ y $\Gamma = 1$, lo que fue posible determinar a partir de la respuesta óptica del sistema calculada, mediante la reflectancia del mismo. Este tipo de resonancias son de gran utilidad en campos como la Plasmónica gracias a su extremada sensibilidad a cambios en la geometría o en el material del medio que lo rodea. Por lo tanto, este tipo de modos resonantes permiten ser otra alternativa para desarrollar innumerables aplicaciones en diversos campos de la ciencia y la tecnología que abarcan desde la biomedicina hasta las telecomunicaciones.

M2692 **Comportamiento mecánico de aceros estructurales en las inmediaciones de la transición dúctil-frágil.** *Carlos Miguel Suárez García* (krlosms93@gmail.com), Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica.; Moisés Hinojosa Rivera(hinojosamoises@yahoo.fr), Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica.; Alberto Varela Valdez(alberto.varelavldz@uanl.edu.mx), Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica.; Natallia Andrea Navarrete Alzate(natalia.navarrete@metalsa.com), Metalsa Mexico; José Iván López Salazar(jose.lopez05@metalsa.com), Metalsa Mexico; Victor Israel Germán Flores(victor.germanfl@uanl.edu.mx), Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica.; *Expositor.*

Los sucesos del Titanic y los buques Liberty son claros ejemplos de la importancia de comprender el comportamiento mecánico de los metales estructurales

en aplicaciones a temperaturas que pueden provocar fractura frágil. No obstante los avances científicos y tecnológicos al respecto, a la fecha en muchas aplicaciones las especificaciones de material se limitan a propiedades a temperatura ambiente, sin considerar suficientemente las condiciones reales de operación que pueden implicar temperaturas de hasta -40°C . Para comprender mejor el comportamiento mecánico de un acero tipo 15B23 usado en componentes estructurales para vehículos, realizamos el estudio fractográfico en muestras sometidas a ensayos de impacto a temperaturas entre la ambiente y hasta -50°C. Además de la caracterización microestructural y ensayos de tensión (ASTM E8) y dureza, efectuamos ensayos de impacto (ASTM E23) en muestras sometidas a tratamientos térmicos de temple y revenido para tener distintos niveles de resistencia nominal a la cedencia, entre 120 y 200 ksi. Se encontró que conforme la temperatura de las muestras de acero desciende desde 30°C hasta -50°C, la tenacidad del acero en general disminuye, detectándose un comportamiento anómalo para la condición de solo templado, cuya resistencia de cedencia se incrementó en el intervalo de -10°C a -30°C. El estudio fractográfico por microscopía electrónica de barrido revela que el carácter de la fractura es en general mixto con tendencia a que prevalezca fractura dúctil, solo se observó un marcado carácter frágil para las menores temperaturas, se detecta una correlación de este comportamiento con la distribución de fases obtenidas después del revenido, los estudios para la elucidación de dicha correlación están en curso.

## *Física Estadística y Termodinámica*
## *Línea (online)*

**M2228 Cálculo fraccional en Econofísica aplicado a las variaciones en el valor del petróleo**

*Karlo Dario Abrego Bautista* (karloabregob@gmail.com), UANL; Humberto De León Durand(hdld_2000@hotmail.com), UANL; Jesús Esteban Argumedo Guerra(jees.argus@gmail.com), UANL; Marian Alejandra Guerra Cisneros(alejandra.guerracsnrs@uanl.edu.mx), UANL; Sebastian Ortiz Nuño(sebastian.ortiz.nuno@hotmail.com), UANL; Alberto Bernabé Rodriguez Olivares(abrons0118@gmail.com), UANL; José Heriberto Tenorio Serrano(heriberto.tenorio@hotmail.com), UANL; *Expositor.*

Los métodos de cálculo fraccional son herramientas poderosas para describir los procesos y sistemas con memoria y no localidad. Recientemente, las ecuaciones integro-diferenciales fraccionarias se utilizan activamente para describir una amplia clase de procesos económicos con memoria de ley de potencia y no localidad espacial. Se propusieron generalizaciones de conceptos económicos básicos y nociones de los procesos económicos con memoria. Se proponen nuevos modelos matemáticos con tiempo continuo para describir la dinámica económica con una larga memoria. El propósito de este estudio es aplicar dichas herramientas a las variaciones en el valor del petróleo. Usando además, técnicas del análisis de datos para generar un modelo a partir de las ecucaciones de física estadística.

**M2076 Formación de patrones de películas de bio-películas: Evidencia del plegamiento y despegamiento de proteínas.**

*Mary Luz Gomez Lopez* (luzgomlp@gmail.com), FCFM-Universidad Autónoma de Chiapas; Rosario Moctezuma Martiñón(rosario.moctezuma@gmail.com), Instituto de Física, Universidad Autónoma de San Luis Potosí; Orlando Días Hernandez(orlandodiaz_22@hotmail.com), FCFM-Universidad Autónoma de Chiapas; Jorge Gonzalez Gutiérrez(endotropia@hotmail.com), FCFM-Universidad Autónoma de Chiapas; *Expositor.*

El estudio de estructuras en biopeliculas formadas a partir de la evaporación de gotas ha permitido desarrollar estrategias para el diagnóstico de desórdenes en la salud y patologías. Presentamos un estudio experimental sobre patrones formados por la evaporación de gotas de mezclas binarias de proteínas plegadas y desplegadas. Depósitos compuestos por proteínas en estado nativo generan cristales ramificados semejantes a hojas de palma, mientras que depósitos formados por proteínas desnaturalizadas producen agregados amorfos. Sobre la base de las medidas de la complejidad, se revela una transición morfológica entre depósitos creados por mezclas binarias de proteínas plegadas y desplegadas. Interesantemente, este hallazgo permite revelar el plegamiento y despegamiento de proteínas de una solución. Finalmente, discutimos el uso potencial de este hallazgo como herramienta diagnostica sobre cambios estructurales en macromoléculas asociadas a patologías de relevancia.

**M2419 Simulación de dinámica molecular de un sistema anisótropo con interacciones quirales.**

*Nicole Prata De Almeida Tapia* (nicolepratad@gmail.com), Universidad Autónoma de Querétaro; Saúl Iván Hernández Hernández(saul.ivan.hernandez@unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Jesús Enrique Díaz Herrera(diazpiomo@gmail.com), Universidad Autónoma Metropolitana; Beatriz Marcela Millán Malo(bmillan@fata.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

Teniendo como tema de estudio los cristales líquidos, se modela mediante dinámica molecular un fluido con interacciones quirales usando el modelo molecular de Gay-Berne GB(3,5,1,2) para analizar las fases estables y sus propiedades a diferentes presiones y temperaturas. Asimismo, se compara este fluido con interacciones similares GB(3,5,1,2) pero esta vez sin quiralidad. Se explora un diagrama de fases temperatura vs densidad para analizar sus diferencias y obtener un panorama más amplio de esta parametrización. Agradecemos a los proyectos UNAM-DGAPA-PAPIIT IA104319, LANCAD-

UNAM-DGTIC-276, LANCAD-UNAM-DGTIC-087 y LANCAD-UAM.

M2402 **Conductividad superprotónica en sales mixtas basadas en** $CsH_2PO_4$**.** *Juan Arturo Portillo Rodríguez* (jportillo12@alumnos.uaq.mx), Universidad Autónoma de Querétaro; Consuelo García Alcántara(consuelo.garcia@unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Saúl Iván Hernández Hernández(saul.ivan.hernandez@unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Luis Felipe Del Castillo(lfelipe@unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Vicente Compañ Moreno(vicommo@ter.upv.es), Universidad Politécnica de Valencia; Iván Santamaría Holek(isholek.fc@gmail.com), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*
Estudiamos el fenómeno de conductividad superprotónica de sales ácidas basadas en fosfatos de cesio dopadas, a partir de datos de espectroscopia de impedancia. Analizamos la influencia del Bario y Rubidio en las propiedades eléctricas del sistema. Se observa una fase superprotónica acompañada por una transición de fase de estado sólido. Proponemos un circuito equivalente que se acopla con los datos experimentales de impedancia. Examinamos el comportamiento de la conductividad en función de la temperatura. Asociamos la conductividad superprotónica a un cambio en las barreras entrópicas del sistema. Agradecemos a los proyectos: UNAM-DGAPA-PAPIIT IA104319, IN117419, IN 114818, IG-100618 y LANCAD-UNAM-DGTIC-276.

M2486 **Phase study of a system under a shoulder potential using coarse grained simulations.** *Carlos Eugenio Miranda Rocha* (carlos_hierro@hotmail.com), Universidad Autónoma de Querétaro; Gabriel Oscar Ibáñez García(gabrieloscar@ciencias.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Abelardo Ramírez-Hernández(abelardo.ramirez-hernandez@utsa.edu), The University of Texas at San Antonio; José Antonio Moreno Razo(jamr.uam@gmail.com), Universidad Autónoma Metropolitana; Saúl Iván Hernández Hernández(saul.ivan.hernandez@unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*
This study adds to the current knowledge on phases of a system of colloids represented with a shoulder potential. Additionally, analysis is done for those phases presented in bulk systems undergoing thermodinamic parameter variations. By using coarse grained simulations, we address the structural thermodynamical properties of core-corona particle systems by varying the shoulder width. We compare our results with previous Monte Carlo simulations recently reported. We thank projects UNAM-DGAPA-PAPIIT IA104319, IN120120, LANCAD-UNAM-DGTIC-276 and LANCAD-UNAM-DGTIC-385.

M2042 **Muerte de amplitud inducido por ruido intrínseco en un sistema de Brusselators acoplados** *Emiliano Lara Zea* (emilianolarazea@gmail.com), Universidad Autónoma de Chiapas; Jorge Gonzalez Gutiérrez(endotropia@hotmail.com), Universidad Autónoma de Chiapas; Roberto Arceo Reyes(roberto.arceo@unach.mx), Universidad Autónoma de Chiapas; Orlando Díaz Hernández(orlando.diaz@unach.mx), Universidad Autónoma de Chiapas; Gerardo Jesús Escalera Santos(jsantos_chaos@yahoo.com), Universidad Autónoma de Chiapas; *Expositor.*
Estudiamos la interacción entre el ruido intrínseco y el acoplamiento difusivo en tres osciladores Brusselators estocásticos que tienen una dinámica de ciclo límite, esta dinámica estocástica se simula mediante el algoritmo Gillespie. Para caracterizar el comportamiento del sistema, medimos la amplitud de pico promedio y el intervalo entre disparos promedio. Al analizar cómo estas medidas dependen del volumen y la fuerza de acoplamiento, se observa que cuando el parámetro de acoplamiento es diferente de cero, al aumentar el nivel de ruido intrínseco más allá de un umbral determinado, la amplitud del disparo llega a cero y el intervalo entre disparos aumenta exponencialmente. Estos resultados proporcionan evidencia numérica de que la muerte por amplitud se produce a través de una bifurcación homoclínica. Los resultados obtenidos pueden contribuir a nuestra comprensión de algunos problemas importantes en biología como la aparición de comportamientos colectivos inducidos por el acoplamiento; la influencia de la estocasticidad interna presente a nivel de cada célula individual sobre la sincronización de los osciladores biológicos; evitar la sincronización excesiva como la presente en algunas enfermedades cerebrales.

M2337 **Formalismo de cálculo fraccional aplicado a la relajación dieléctrica** *David Raúl Carranza Navarrete* (da.carranz@gmail.com), Universidad Autónoma de Querétaro; Vicente Compañ Moreno(vicommo@ter.upv.es), Universidad Politécnica de Valencia; Abel García Bernabé(agarciab@ter.upv.es), Universidad Politécnica de Valencia; Luis Felipe Del Castillo(lfelipe@unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Saúl Iván Hernández Hernández(saul.ivan.hernandez@unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Iván Santamaría Holek(isholek.fc@gmail.com), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*
En este trabajo se presenta un formalismo en derivadas fraccionales aplicado a la relajación dieléctrica de polímeros. Se explica en qué consiste el cálculo fraccional y qué versión se ha utilizado. Se introducen las funciones de memoria de primero y segundo orden, para describir la dinámica de la función de correlación de dipolar y su relación con la relajación dieléctrica. Agradecemos a los proyectos UNAM-DGAPA-PAPIIT IA104319, IN117419, LANCAD-UNAM-DGTIC-276 y LANCAD-UNAM-DGTIC-385.

M2334 **Efectos del confinamiento en un cristal líquido discótico.** *Constantino Estrada Carranza* (constantino.carranza@gmail.com), Universidad Autónoma de Querétaro; Saúl Iván Hernández Hernández(saul.ivan.hernandez@unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Enrique Diaz Herrera(diazpiomo@gmail.com), Universidad Autónoma Metropolitana; *Expositor.*
Utilizando dinámica molecular se estudió el efecto que tiene el confinamiento y el anclaje en un cristal líquido discótico modelado utilizando el potencial GB(0.5, 0.2, 1, 2). Se construyó el diagrama de fases y se compararon los resultados con aquellos de un sistema sin confinar, con el fin de identificar el efecto en el comportamiento de las fases estables para diferentes regiones. Agradecemos a los proyectos UNAM-DGAPA-PAPIIT IA104319, LANCAD-UNAM-DGTIC-276 y LANCAD-UNAM-DGTIC-087, LANCAD-UAM.

M2344 **Efecto de las vacancias sobre la temperatura de condensación Bose-Einstein de un gas ideal de bosones dentro de estructuras periódicas imperfectas** *Emilio Izcoatl Guerrero Cruz* (miloguerrero23@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, UNAM; Miguel Ángel Solís Atala(masolis@fisica.unam.mx), Instituto de física, UNAM; *Expositor.*
Reportamos el efecto que causan las vacancias sobre la temperatura de condensación Bose- Einstein de un gas ideal de bosones dentro de estructuras periódicas imperfectas en 1D y 3D. Para ello calculamos el espectro de energías de una partícula en un potencial peine de Dirac imperfecto que simula un cristal unidimensional con vacancias puntuales. Con el mismo peine de Dirac imperfecto, en 3D generamos las estructuras multicapas imperfectas permitiendo que las partículas sean libres en las otras dos direcciones. Comprobamos que es suficiente una vacancia para observar una brecha energética entre la energía del estado base y el primer nivel excitado que propicia el aumento de la temperatura de CBE del IBG en d $>$ 0 dimensiones. Cuando aumentamos sistemáticamente la proporción de vacancias encontramos que en 1D existe un máximo local y en 3D un máximo global en la temperatura de CBE cuando la proporción de vacancias es del orden del 15 %. Además reportamos algunas propiedades termodinámicas del sistema como el potencial químico, la fracción de condensado, la energía interna así como el calor específico isocórico que usamos para identificar la temperatura de CBE.

M2399 **Fracción condensada para un gas ideal de bosones en estructuras periódicas imperfectas** *Eduardo David Orozco Guzmán* (d4v1d_23@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Miguel Ángel Solís Atala(masolis@fisica.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*
Reportamos el espectro de energías de un gas ideal de Bose dentro de estructuras periódicas imperfectas por la presencia de un número finito de vacancias las cuales generan un número finito de niveles dentro de las bandas prohibidas de energía de la estructura periódica perfecta, seguidos de una banda continua de energías. Observamos que la temperatura de condensación Bose-Einstein es una función del número de los niveles discretos de energía y que existe una temperatura para la cual el número de bosones es mayor en los niveles discretos que en el del estado base. También mostramos los correspondientes potoenciales químicos y los calores específicos.

M2666 **Water adsorption in slit-like pores with grafted chains. Density functional approach.** *Víctor Manuel Trejos Montoya* (vmtrejosm@gmail.com), Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo-AAMF, Pachuca de Soto, México.; Orest Pizio(oapizio@gmail.com), Instituto de Química, Universidad Nacional Autónoma de México, Cd. de México, México.; Stefan Sokołowski(stefan.sokolowski@gmail.com), Department for the Modelling of Physico-Chemical Processes, Maria Curie-Skłodowska University, Lublin, Poland.; *Expositor.*
We have explored adsorption of a single water-like model in slit-like pores with walls chemically modified by tethered chains that form molecular brushes. Principal focus of the present study is in the evolution of the microscopic structure of fluid species and of a system of chain molecules upon adsorption. A density functional approach is used. Various projections of the vapor-liquid coexistence envelope, including brushes interdigitation coefficient, are obtained and discussed. We have discovered that the molecular brushes can shrink or "swell" upon phase transition in confined water dependent on the attraction between fluid molecules and chains segments. Trends of behavior of the solvation force between pore walls are investigated dependent on the parameters of the system. Dependence of polymer layer height on grafting density and in the microscopic structure of the interface between adsorbed fluid and brushes is studied. Thermal response of these properties upon adsorption is investigated in detail. The results are of importance to understand shrinking and swelling of the molecular brushes in the nanochannels.

M2616 **Predicción del comportamiento experimental Densidad-Presión-Temperatura en la transición de fase Isotrópico-Nemático del Cristal Líquido 5CB** *Luis Eduardo Bañuelos García(lebluis2012@hotmail.com), Universidad Autónoma de Zacatecas "Francisco García Salinas"; Luís Octavio Solís Sánchez(lsolis@uaz.edu.mx), Universidad Autónoma de Zacatecas "Francisco García Salinas"; Héctor Alonso Guerrero Osuna(hectorguerreroo@uaz.edu.mx), Universidad Autónoma de Zacatecas "Francisco*

*García Salinas"; Miguel Ángel García Sánchez(miguel.a.garcias@gmail.com), Universidad Autónoma de Zacatecas "Francisco García Salinas"; Ana Lourdes Aracely Borrego Elías(ana_borrego@hotmail.com), Universidad Autónoma de Zacatecas "Francisco García Salinas"; Luís Humberto Mendoza Huizar(hhuizar@uaeh.edu.mx), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo; Eduardo García Sánchez* (eduardogarciasanchez@gmail.com), Universidad Autónoma de Zacatecas "Francisco García Salinas"; *Expositor.*

En este trabajo, se analizó el comportamiento densidad-presión-temperatura en la transición de fase Isotrópico-Nemático del cristal líquido 5CB a 1 atm. utilizando una teoría de perturbaciones a primer orden para el modelo Convex Peg, dicho modelo comprende un potencial intermolecular tipo pozo cuadrado que comprende, que las moléculas estén caracterizadas por una coraza rígida elipsoidal uniaxial y a su alrededor una interacción atractiva elipsoidal tipo pozo cuadrado, además, se propone un parámetro gamma que permite variar la profundidad del potencial de pozo cuadrado, el cual, es utilizado para relacionar la temperatura de transición, el volumen molecular y el potencial intermolecular. La teoría de perturbaciones desarrollada permite cuantitativamente predecir el comportamiento experimental densidad-presión-temperatura en la transición de fase Isotrópico-Nemático del 5CB a 1 atm.

M2535 **Efecto de la quiralidad en las fases estables de un sistema molecular con interacciones de Gay-Berne** *Jesús Enrique Díaz Herrera(diazpiomo@gmail.com), Universidad Autónoma Metropolitana; Saúl Iván Hernández Hernández(saul.ivan.hernandez@unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Eric Villafuerte Morquecho* (eric_dro@hotmail.com), Universidad Autónoma de Querétaro; *Expositor.*

Se presenta un estudio de dinámica molecular sobre el efecto que tiene la quiralidad en las fases estables de un sistema con fases líquido cristalinas modelado con interacciones de Gay-Berne GBCH(4.4,20,1,1). Se comparan estas fases con las correspondiente de un sistema sin quiralidad modelado con el potencial GB(4.4,20,1,1). Particularmente mostramos el comportamiento del pitch de una fase colestérica no típica como función de la temperatura y presión. Agradecemos a los proyectos UNAM-DGAPA-PAPIIT IA104319, LANCAD-UNAM-DGTIC-276, LANCAD-UNAM-DGTIC-087 y LANCAD-UAM.

M2020 **Propiedades mecánicas interfaciales en equilibiro de monocapas de puntos cuánticos de ZnO en la interfase aire/agua** *Jose Luis Mendez Montes De Oca* (luismontesdeocafis@gmail.com), Centro de Estudios Tecnológico Industrial y de Servicios número 120; Ana Hernández Prudencio(ana_hp2008@hotmail.com), Facultad de Ingeniería Química, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.*

En este trabajo se estudiaron las propiedades mecánicas en el equilibrio de membranas bidimensionales formadas por puntos cuánticos de ZnO, depositados en la interfaz aire/agua. Las nanopartículas fueron sintetizadas por el método de sol-gel y se realizó su funcionalización por el método de silanización hidrolítica. Se evaluaron sus propiedades mecánicas usando una palangana de Langmuir equipada con un rodillo de Du Noüy-Padday. Con esta técnica, se obtuvieron las isotermas, módulos de compresión y ciclos de histéresis del sistema. Nuestros resultados muestran que las partículas parcialmente hidrofóbicas forman sólidos suaves bidimensionales en la interfaz aire/agua, alcanzando valores de sus módulos de compresión adiabática correspondientes a una fase líquida condensada cuando son comprimidos sobre concentraciones superficiales del orden de $1 \times 10^1$ mg/m$^2$. Las membranas formadas por las nanopartículas presentaron dependencia con la razón de compresión a la vez que una histéresis significativa, demostrando su comportamiento complejo. Las membranas no presentaron colapso, en lugar de ello, se observó un valor semi-constante de la presión a altas concentraciones superficiales, un indicativo de la alta energía de adsorción de las nanopartículas. Las propiedades mecánicas reportadas hacen de estas nanopartículas, candidatas adecuadas para futuras aplicaciones en la estabilización de espumas acuosas.

M1971 **Agro-percolación: Una aplicación de la física estadística en la agronomía.** *Andrea Aguirre Polo* (andreaaguirre4cio@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Luz Aurora Solís Sánchez(luzaurora.lass@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Arturo Fernández Téllez(afernand@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Jhony Eredi Ramírez Cancino(jerc.fis@gmail.com), Universidad de Santiago de Compostela; *Expositor.*

La teoría de percolación es una rama de la física estadística que estudia fenómenos de transporte en medios porosos. Una forma sencilla de presentar este modelo consiste en hacer el análisis de una red cuadrada compuesta por celdas, donde a cada una de estas se le asigna una probabilidad $p$ cuando permite el flujo, o $1 - p$ , cuando no lo permite. Esta es independiente del estado de ocupación de sus vecinos. De esta forma podemos analizar la formación de racimos de sitios ocupados. La pregunta fundamental que debemos responder consiste en la determinación de la probabilidad crítica a la que aparece un racimo lo suficientemente grande para que el fenómeno de transporte ocurra, es decir, que el sistema percole. Dentro de la basta cantidad de aplicaciones basadas en la teoría de percolación, destaca la modelación del proceso de propagación de ciertos fitopatógenos como un fenómeno de transporte que ocurre

sobre las plantas. Experimentalmente se encuentra que algunas variedades de plantas manifiestan resistencia a enfermar al ser expuestas al patógeno, lo que nos permite definir la susceptibilidad como la proporción de plantas que llegan a enfermarse. Esta propiedad puede ser aprovechada para crear barreras naturales que pueden evitar la diseminación de la enfermedad. En el contexto de la teoría de percolación, la susceptibilidad de las plantas toma el lugar de la probabilidad de ocupación en los sistemas percolantes. Se propone como estrategia para minimizar la diseminación del patógeno la siembra de la plantación con una mezcla de dos variedades diferentes de plantas con cierta proporción. Por lo que la determinación de la probabilidad crítica debe darse en función de las condiciones de susceptibilidades de ambas variedades y cierta mezcla de semillas de tal manera que se evite la formación de un racimo percolante de plantas susceptibles o enfermas. Apelando a los fundamentos de la teoría percolación, también se puede añadir como variable del modelo el dejar cierta cantidad de celdas vacías. De los resultados de simulación se concluye que esta estrategia puede promover el aumento de la producción de la planta con menor resistencia. Se analiza la producción de las variedades de chiles serrano, poblano y árbol, expuestas a diferentes cepas del patógeno Phythophthora. Se encuentra que en varias combinaciones, la producción neta es mayor con este método si se compara con sembrar toda la plantación con una sola especie de chile. La importancia de esta problemática consiste en que gran parte de las plantaciones en todo el mundo son afectadas por diversas cepas de Phytophthora, causando grandes pérdidas económicas. El enfoque propuesto en este trabajo es sustentable, al evitar el uso de productos químicos. Además da la posibilidad de aumentar la producción de la planta con mayor susceptibilidad, dando así a los agricultores una estrategia que les permite elegir las variedades de plantas que optimicen el rendimiento.

M2947 **Comparación del Comportamiento de un Bitumen Mexicano y sus Fracciones de Asfalteno y Malteno en la Interfase Aire/Agua** *María Antonieta Zúñiga Hinojosa* (mzunigahinojosa@yahoo.com.mx), Universidad de Autónoma de San Luis Potosí, Universidad Autónoma Metropolitana; Ana Cosultchi(acosultchi@yahoo.com), Instituto Mexicano del Petróleo; María Teresa Martínez Martínez(rcadena74@gmail.com), Universidad Nacional Autónoma de México; Rubén Darío Cadena Nava(rcadena74@gmail.com), Universidad Nacional Autónoma de México; Jaime Ruiz Garcia(jaime@ifisica.uaslp.mx), Instituto de Física, Universidad Autónoma de San Luis Potosí; *Expositor.*
En este trabajo, se presenta el estudio del comportamiento interfacial de películas de bitúmen y de las fracciones de asfalteno y malteno mediante la balanza de Langmuir y el microscopío del ángulo de Brewster, en la interface aire-agua. Las películas se transfirieron a mica para su análisis mediante microscopía de fuerza atómica (AFM) y microscopía electrónica de barrido (SEM). El comportamiento interfacial de la isoterma del bitúmen depende de la cantidad contenida de las fracciones de asfalteno y malteno en la muestra. Cabe señalar que el comportamiento de las isotermas de dichas fracciones es muy diferente.
Por otra parte, las imágenes BAM de las muestras de bitumen y asfaltenos exhibieron que tanto el bitumen como los asfaltenos no forman una película monomolecular en la superficie del agua, sino una mezcla de dominios bidimensionales y tridimensionales. Cabe mencionar que los dominios de asfaltenos mostraron las estructuras más rígidas y compactas. Mientras que, la fracción de malteno presentó grandes áreas de películas mono- o bimoleculares, Sin embargo, conforme la presión de superficie se incrementó se formaron dominios tridimensionales. Dicho comportamiento es semejante a las monocapas lípidicas.
Respecto a las imágenes AFM, la morfología del bitumen presentó mesostructuras de forma esférica y tipo disco. Mientras que, las imagenes de asfalteno mostraron la formación de muchas microestructuras tipo disco en un intervalo de tamaño micras. Algunas de estas microestructuras coalescen; dando como resultado, la formación de estructuras parecidas a gusanos y otras estructuras pequeñas y elongadas, tales como baqueta, bola Argentina, aguja de crochet, las cuales presentan una altura menor. La morfología de la superficie de la película de la fracción malteno muestra una capa fina, cuya textura es porosa.
Por otra parte, las imágenes SEM de la película de bitumen exhibieron una superficie lisa y ligeramente porosa con algunos desprendimentos de una sola capa. Asimismo, las imagenes de asfalteno también presentaron superficies porosas con diferentes tipos de estrucutura, e.g., estructuras esféricas, tipo baquetas. Aunado a lo anterior, las imágenes SEM de los asfaltenos mostraron que conforme la presión de superficie incrementa, la formación de los desprendimientos de una sola capa también incrementa. Cabe mencionar que tales desprendimientos causan la formación de una capa porosa, la cual podría ser la razón de la transición de un comportamiento tipo sólido a un comportamiento tipo plástico en la isoterma de asfaltenos. Las imágenes SEM de los maltenos mostraron una superficie suave con poros irregualres. Los resultados obtenidos fundamentan un mejor entendimiento del bitumen y las fracciones de asfalteno y malteno, sugiriendo que el comportamiento interfacial del bitumen presenta una sinergía entre sus fracciones asfalteno y malteno.

M2728 **Decoherencia intrínseca y tiempos de recurrencia en un condensado de Bose espinorial con F=1** *Juan Carlos Sandoval Santana* (jcarlosss@fisica.unam.mx), Instituto de Física-Universidad Nacional Autónoma de México; Rosario Paredes Gutierrez(rosario@fisica.unam.mx), Instituto de*

*Física-Universidad Nacional Autónoma de México; Victor Manuel Romero Rochín(romero@fisica.unam.mx), Instituto de Física-Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*
Mediante diagonalización exacta, estudiamos la dinámica de un Condensado de Bose-Einstein Espinorial con F = 1 dentro de la aproximación de un modo. En particular, seguimos la evolución temporal de las propiedades de un cuerpo tomando como condición inicial un estado coherente de espín. Mostramos cómo se alcanzan y se repiten los estados estacionarios para sistemas macroscópicos.

M2322 **Sistemas Coloidales Confinados en Cilindros por Simulación Monte Carlo** *Sebastián Jiménez Millán* (sebastianjimenezmillan@gmail.com), UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO; Saúl Iván Hernández Hernández(saul.ivan.hernandez@unam.mx), UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO; Consuelo García Alcántara(consuelo.garcia@unam.mx), UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO; Abelardo Ramírez Hernández(abelardo.ramirez-hernandez@utsa.edu), UNIVERSITY OF TEXAS SAN ANTONIO; Edward Sambriski(Edward.Sambriski@delval.edu), DELAWARE VALLEY UNIVERSITY; *Expositor.*
Mediante simulaciones de Monte Carlo, se estudia el autoensamblaje de partículas coloidales interactuando con un potencial de core-corona en tres dimensiones y confinadas en una geometría cilíndrica. Se exploran las morfologías de equilibrio resultantes a bajas temperaturas, caracterizando las estructuras formadas por las partículas al variar parámetros como la densidad, las dimensiones del confinamiento y el rango de interacción. Se observa en los resultados el surgimiento de patrones y se realiza una caracterización de ellos en un diagrama de fases de la densidad y el potencial de interacción en un confinamiento dado, clasificando las estructuras en categorías por sus características visuales, para después hacer una proyección sobre una superficie plana bidimensional con el fin de observar la formación de patrones y analizar el factor de estructura. Agradecemos a los proyectos UNAM-DGAPA-PAPIIT IA104319 y LANCAD-UNAM-DGTIC-276.

M2465 **Efecto de la quiralidad en las fases de un sistema de cristales líquidos discóticos.** *Carlos Andrés Salinas Soto* (soto153@live.com.mx), Universidad Autónoma de Querétaro; Consuelo García Alcántara(consuelo.garcia@unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Beatriz Marcela Millán Malo(bmillan@fata.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Saúl Iván Hernández Hernández(saul.ivan.hernandez@unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Jesús Enrique Díaz Herrera(diazpiomo@gmail.com), Universidad Autónoma Metropolitana; *Expositor.*
Un cristal líquido con forma de disco es simulado incluyendo la quiralidad molecular y sin quiralidad a diferentes presiones y temperaturas, utilizando para el cálculo $N = 1000$ y $N = 20000$ partículas. Se explora la región $\rho$ vs $T$, estudiando las diferencias que introduce la quiralidad en el cálculo de las fases estables del cristal líquido. Agradecemos a los proyectos UNAM-DGAPA-PAPIIT IA104319, LANCAD-UNAM-DGTIC-276, LANCAD-UNAM-DGTIC-087 y LANCAD-UAM.

M2002 **Diseño de estrategias de control epidemiológico mediante un algoritmo genético** *Michell Alejandra Osornio Plancarte* (mi.ale.2906@gmail.com), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Jorge Velázquez Castro(jorge.velazquezcastro@correo.buap.mx), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*
La escasez de recursos tanto económicos como humanos, son la principal limitante de las estrategias de control epidemiológico. Debido a estas limitaciones es de gran importancia poder diseñar estrategias de control que optimicen los recursos. Las epidemias se presentan en grandes áreas geográficas compuestas por varias y diversas localidades.
Las localidades afectadas por un brote epidemiológico van desde pequeñas comunidades a grandes ciudades compuestas por varias zonas intra-urbanas. La gran diversidad de características y conectividad de los asentamientos humanos por los que la epidemia se propaga, tiene como consecuencia una dinámica compleja y no uniforme de la enfermedad. Las dinámicas en redes meta poblacionales han mostrado ser una herramienta poderosa para describir los brotes epidémicos que se extienden por zonas geográficas de distintas características.
En este trabajo se implementa un algoritmo genético para detectar las localidades que presentan mayor oportunidad para el control de la epidemia a nivel global. Estas localidades son corredores de contagio debido a una combinación de factores como población, movilidad humana y ubicación en la red. El algoritmo genético buscará un conjunto reducido de zonas en donde la aplicación de medidas de control genere el mayor impacto en la reducción de casos infecciosos.

M2487 **Comportamiento de la conductividad en líquidos iónicos soportados en matrices poliméricas** *Araceli Paola Malagón Sánchez* (apolams@gmail.com), Universidad Autónoma de Querétaro; Consuelo García Alcántara(consuelo.garcia@unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Saúl Iván Hernández Hernández(saul.ivan.hernandez@unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Vicente Compañ Moreno(vicommo@ter.upv.es), Universidad Politécnica de Valencia; Iván Santamaría Holek(isholek.

*fc@gmail.com), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*
Los líquidos iónicos soportados (SILLPs) en matrices poliméricas altamente retículantes son de interés pues alcanzan conductividades significativas [1] que permiten su aplicación en generadores electroquímicos. En este trabajo se determina la conductividad, difusividad y densidad de carga libre utilizando datos de espectroscopía de impedancia electroquímica. Se observa que el cambio en el ion de los líquidos iónicos provoca un incremento de la conductividad debido posiblemente a la interacción con el polímero, por otro lado, la difusividad crece mientras la temperatura aumenta en las muestras; este comportamiento es independiente de la combinación de agente retículante y líquido iónico en la muestra. Agradecemos a los proyectos UNAM-DGAPA-PAPIIT IA104319, IN117419 y LANCAD-UNAM-DGTIC-276. [1] Altava B., Compañ V., Andrio A., del Castillo LF., Mollá S., Burguete M.I., García Verdugo, Luis S.V. Conductive films based on composite polymers containing ionic liquids absorbed on crosslinked polymeric ionic-like liquids (SILLPs). Polymer 72(2015) 69-81.

M2520 **Comparación de modelos sigmoidales con soluciones aproximadas y numéricas al modelo epidemiológico SIR: parecidos y divergencias.** *Hugo Hernández Saldaña* (hhs@azc.uam.mx), Universidad Autónoma Metropolitana; *Expositor.*
Ajustes a los datos de incidencia acumulada diaria de la pandemia generada por el SARS-CoV-2 se hicieron muy populares desde el inicio. El ajuste de funciones exponenciales, sigmoides logísticas, Gompertz, q-Gaussianas y muchas otras ha dado lugar a una creciente literatura formal e informal. El uso de modelos compartamentales tipo SIR/SEIR también han arrojado ajustes, todos ellos fuertemente dependientes de la estimación de parámetros epidemiológicos. En este trabajo comparamos los diferentes modelos para la incidencia acumulada con conocidas soluciones aproximadas a las ecuaciones no-lineales de modelos SIR. Exploramos bajo qué condiciones todas ellas son indistinguibles, dentro de las incertidumbres, así como las condiciones en las que divergen una de otra.

M2638 **La celda peltier y su capacidad de generar energía eléctrica a partir de la energía térmica solar** *Miguel Angel Nava Castro* (navacastromiguel94@gmail.com), Benemérita universidad autónoma de puebla; Jorge Cotzomi Paleta(jcotzomi@yahoo.com.mx), Benemérita universidad autónoma de puebla; Ricardo Agustín Serrano(ricardo.agustin@correo.buap.mx), Benemérita universidad autónoma de puebla; *Expositor.*
El efecto termoeléctrico también conocido como efecto peltier-seebeck es la conversión directa de la diferencia de temperatura a voltaje eléctrico y viceversa. Tomando como fuente de energía principal el sol en el uso de estas celdas, se construyó un seguidor mecánico solar controlado por electrónica arduino. El sistema está diseñado con el fin de concentrar la energía térmica en el punto focal donde se ubica la celda peltier, además de seguir la trayectoria del sol respecto a sus ángulos, cenital y azimutal. El seguidor mueve una lente convergente con variación radial de entre 3-6 cm. En este trabajo reportamos la eficiencia eléctrica de la celda Peltier bajo este arreglo experimental.

M2794 **EFECTOS DE CURVATURA ESPONTÁNEA NO-HOMOGENEA EN MEMBRANAS FLUIDAS** *Jose Antonio Santiago* (jasantiagog@gmai.com), Universidad Autónoma Metropolitana Cuajimalpa; *Expositor.*
EN ESTE TRABAJO ESTUDIAMOS ALGUNAS FORMAS QUE UNA MEMBRANA FLUIDA TOMA EN EL CASO EN QUE SU CURVATURA ESPONTANEA PRESENTE INHOMOGENEIDADES. VEREMOS QUE ESTO GENERA A SU VEZ UNA CIERTA TENSION SUPERFICIAL NO CONSTANTE A LO LARGO DE LA MEMBRANA. ANALIZAREMOS EN PARTICULAR UNA TRANSICIÓN PROLOATA-DUMBBELL Y OTRA EN LA QUE SE PRESENTA UNA CIERTA INVAGINACION DE UNA MEMBRANA PEQUEÑA DENTRO DE UNA MEMBRANA MADRE. FINALMENTE, PRESENTAMOS LAS FUERZAS INDUCIDAS A LO LARGO DE ESTAS TRANSICIONES.

M2662 **Técnicas estadísticas para analizar datos del mercado financiero.** *Manan Vyas* (manan@icf.unam.mx), Instituto de Ciencias Físicas UNAM; Guatavo Alejandro Fuentes Garay(gustavo.fuentes.gafg@gmail.com), Facultad de Ciencias UNAM; *Expositor.*
En este trabajo, aplicamos diversas técnicas como la teoría de matrices aleatorias, Power Map, la técnica de ensembles matriciales y CHPCA para estudiar las tendencias y las fluctuaciones en los datos del mercado de valores. Nuestro objetivo es analizar las correlaciones para extraer información para comprender la dinámica rica e impredecible de los mercados financieros, buscar el tipo de interacción que genera una crisis financiera y podría ser posible comparar los resultados de las diferentes técnicas. Los datos del S&P500 se toman como un ejemplo y el análisis se puede extender a otros mercados y sistemas no necesariamente financieros.

M2948 **Modelado de la Tensión Superficial de Mezclas Binarias de Alcohol en Medio Acuoso** *María Antonieta Zúñiga Hinojosa* (mzunigahinojosa@yahoo.com.mx), Universidad de Autónoma de San Luis Potosí, Universidad Autónoma Metropolitana; Ricardo Macías Salinas(rms@ipn.mx), Instituto Politécnico Nacional; Jeremías Martínez Salcedo(salcedo20@hotmail.com), Universidad Autónoma Metropolitana; Jaime Ruiz Garcia(jaime@ifisica.uaslp.mx), Instituto

*de Física, Universidad Autónoma de San Luis Potosí; *Expositor.*
En este trabajo, se aplicó la ecuación de adsorción de Gibbs para calcular y predecir la tensión superficial de cuatro alcoholes en medio acuoso a diferentes condiciones de presión y temperatura. El modelo utiliza la ecuación de estado cúbica Peng−Robinson en conjunto con las reglas de mezclado Wong-Sandler para calcular el equilibrio líquido−vapor. Además, se insertó en la ecuación de estado, parámetros mejorados dependientes de la temperatura como los propuestos por Stryjek y Vera para el agua. El objetivo de implementar dichas reglas de mezclado es introducir una dependencia adecuada en los parámetros de atracción y repulsión en las mezclas binarias acuosas; asimismo, relacionar el cálculo de la tensión superficial con respecto a la presión. Aunado a lo anterior, se calcularon las áreas del componente puro bajo el marco del método UNIFAC. Los alcoholes estudiados son metanol, etanol, 1−propanol, 2−propanol. Los resultados obtenidos mostraron una satisfactoria concordancia entre los datos experimentales y los valores calculados con el modelo desarrollado bajo diferentes condiciones de temperatura, presión y composición.

M2186 **Alta diversidad de patrones complejos en gotas secas de proteínas** *Olivia Bautista Hernández* (hernandezolivia6@gmail.com), FCFM-Universidad Autónoma de Chiapas; Orlando Días Hernandez(orlandodiaz_22@hotmail.com), FCFM-Universidad Autónoma de Chiapas; Jorge Gonzalez Gutiérrez(endotropia@hotmail.com), FCFM-Universidad Autónoma de Chiapas; *Expositor.*
El estudio de patrones de gotas secas de suero sanguíneo y sangre son útiles para diagnosticar patologías tales como hepatitis, leucemia, anemia, hiperlipidemia, tuberculosis, entre otros problemas para la salud. Recientemente se ha mostrado que la detección de biomoleculas mejora si la evaporación ocurre sobre micro-pilares. A pesar del conocimiento acumulado sobre la evaporación de gotas de bio-fluidos, se sabe muy poco acerca de cómo los mecanismos de transporte de masa y agregación dentro de una gota se ven afectados por el uso de micro-pilares. En este trabajo reportamos un estudio experimental sobre la formación de patrones producidos por la evaporación de gotas de proteínas colocadas sobre superficies confinadas (micro-pilares) y no confinadas. La microscopía óptica revela que en las películas formadas a partir de gotas colocadas sobre superficies no confinadas emergen estructuras dendríticas, mientras que sobre micro-pilares la diversidad de patrones incrementa enormemente. En ellos observamos estructuras complejas tales como dendritas, helechos, ramificaciones, celdas de Bénard y agregados amorfos. Se utilizó el espectro de singularidades para caracterizar y clasificar tales depósitos complejos. Finalmente, discutimos el uso potencial de este hallazgo para generar test diagnósticos basados en la detección de estructuras complejas sobre micro-pilares.

M2722 **Implementación de celdas Peltier para la transformación de energía térmica en energía eléctrica.** *Luis Alberto Palomino Rojas* (luis.palomino@correo.buap.mx), BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA; Jorge Cotzomi Paleta(jcotzomi@fcfm.buap.mx), BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA; Ricardo Agustín Serrano(ricardo.agustin@correo.buap.mx), BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA; Benito Zenteno Mateo(benito.zenteno@correo.buap.mx), BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA; *Expositor.*
La necesidad de la generación de energías limpias a través de la transformación de energía, busca el aprovechamiento de fuentes de energía térmica generada en algunos procesos industriales. Como un primer paso, en este trabajo se plantea la caracterización de las celdas Peltier considerando diferentes tamaños de celdas, las cuales se conectarán en diferentes arreglos. Se determinará su eficiencia dentro de diferentes intervalos de temperatura y con ello encontrar el arreglo más eficiente en la generación de energía eléctrica.

M2222 **Estudio de la configuración de polímeros que interactúan atractivamente con una superficie.** *Omar González Amezcua* (omar.gonzalezmz@uanl.edu.mx), Universidad Autónoma de Nuevo León; Diego Gerardo Gómez Pérez(gomezpdiego@outlook.com), Universidad Autónoma de Nuevo León; *Expositor.*
Es este trabajo se presenta las configuraciones de equilibrio termodinámico que presenta un polímero cuando se encuentra interaccionando atractivamente con una superficie. Utilizando simulaciones por dinámica molecular se determinaron las diferentes fases del polímero al variar parámetros como la temperatura del sistema, la constante de flexibilidad del polímero, la interacción del polímero con el solvente y la fuera de atracción con la superficie. El polímero presenta en términos generales cuatro estados característicos, extendido, contraído, libre o absorbido. Se construyo el diagrama de fases completo del polímero en función de la temperatura y la fuerza de interacción con la superficie, para sistema con diferentes constantes de flexibilidad y interacción con el solvente. Los resultados muestran que la fase en las cuales el polímero se encuentra en estado libre y ligado a la superficie son independientes del parámetro de flexibilidad y el de solvente, además la interacción monómero-monómero favorece la contracción del polímero. Estos resultados pueden ayudar a entender como interaccionas proteínas con las paredes de las células.

M2516 **Una revisión de los modelos fenomenológicos para la temperatura de almacenamiento de productos farmacéuticos** *María Mildred Sánchez Juárez* (mj.mily.96@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de*

*Puebla - Facultad de Ciencias Físico Matemáticas; Laura Luna Rivero(lunalaura327@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla - Facultad de Ciencias Físico Matemáticas; Patricia Mendoza Méndez(pmendoza@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla - Facultad de Ciencias Físico Matemáticas; Honorina Ruiz Estrada(hruiz@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla - Facultad de Ciencias Físico Matemáticas; *Expositor.*

La temperatura de almacenamiento, denominada también como temperatura cinética media, es un parámetro empleado en la Industria Farmacéutica para homogeneizar los estudios de estabilidad a los que se someterá un producto y que simulen el ambiente al que será expuesto con el propósito de garantizar al consumidor que el producto que recibe cumple con las especificaciones del fabricante y asegurar la eficacia del principio activo del producto. En este trabajo hacemos un análisis de los modelos fenomenológicos propuestos en la literatura, describimos las similitudes y diferencias, las cuales se determinaron de su aplicación en un estudio de mapeo térmico de un almacén farmacéutico de la ciudad de Puebla.

M2732 **Propiedades termodinámicas y potencial de interacción del PET (poli-tereftalano de etileno)** *Suzuki Alejandra Ruiz Baxin* (suzy.ruiz11@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Patricia Mendoza Méndez(patriciamndzmndz@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Honorina Ruiz Estrada(hruizestrada@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*

El poli-tereftalano de etileno (PET), es un poliéster semicristalino que tiene un alto grado de cristalinidad. Al ser enfriado súbitamente, adquiere mayor transparencia, característica importante de los materiales amorfos. Una de las técnicas experimentales más usadas es la calorímetria diferencial de barrido (DSC), que da acceso a las propiedades físicas de los materiales polimericos y se relaciona con conceptos como la morfología típica de los polímeros semicristalinos. En este trabajo hacemos una revisión de las propiedades termodinámicas que se han obtenido para estos materiales y hacemos una propuesta para el potencial de interacción entre pares de partículas que nos permita obtener los factores de estructura, que es la información básica que nos posibilitará estudiar las fases del gel o vidrio. El PET es uno de los polímeros más estudiados, es el modelo base para diferentes estudios, brinda grandes ventajas y es ampliamente utilizado por el rendimiento mecánico y las dinámicas de transición de vidrio que posee.

M1853 **Destilador solar de alta eficiencia a bajo costo** *Natividad Del Carmen Debo Sandoval* (naty_debo@hotmail.com), Universidad Autonoma de San Luis Potosi; Daniela Abigail López Mireles(daniela.nwn@gmail.com), Universidad Autonoma de San Luis Potosi; Yuri Nahmad Molinari(yuri@ifisica.uaslp.mx), Centro de Investigaciones de Estudios Avanzados; *Expositor.*

Se analizan los problemas de salud del Estado de San Luis Potosí relacionados al consumo de agua contaminada por Fluor y por microorganismos patógenos, así como la carga económica que representa la dependencia de agencias potabilizadoras privadas. En este contexto, se propone un prototipo de destilador solar doméstico, usando tecnología solar pasiva mediante un destilador compuesto de materiales de bajo costo para generar un producto al alcance de las zonas más marginadas. Con este destilador se espera obtener al menos 3 litros por cada metro cuadrado al día de agua potable para el consumo humano. Se presentan los detalles de diseño, construcción y caracterización del destilador solar y un análisis de costos y viabilidad económica.

## *Información Cuántica*
## *Línea (online)*

M2272 **Efectos de la cicatrización cuántica en la dinámica de un modelo espín-bosón** *David Benjamín Villaseñor Pérez* (d.v.pcf.cu@gmail.com), Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México; Saúl Pilatowsky Cameo(saulpilatowsky@ciencias.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México; Miguel Ángel Bastarrachea Magnani(miguel.bastarrachea@nucleares.unam.mx), Departamento de Física y Astronomía, Universidad de Aarhus, Dinamarca; Sergio Adrián Lerma Hernández(slerma@uv.mx), Facultad de Física, Universidad Veracruzana, México; Lea Ferreira Dos Santos(lsantos2@yu.edu), Departamento de Física, Universidad Yeshiva, Nueva York, EUA; Jorge Gustavo Hirsch Ganievich(hirsch@nucleares.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

Presentamos un estudio sobre la dinámica cuántica del modelo de Dicke con estados coherentes. El modelo describe a un sistema en interacción espín-bosón dentro de una cavidad. El hamiltoniano del sistema está dado por la expresión

$$\hat{H}_D = \omega \hat{a}^\dagger \hat{a} + \omega_0 \hat{J}_z + \frac{2\gamma}{\sqrt{\mathcal{N}}} \hat{J}_x (\hat{a}^\dagger + \hat{a}), \qquad (1)$$

donde $\mathcal{N}$ designa a un conjunto de átomos de dos niveles con frecuencia de transición $\omega_0$, $\omega$ es la frecuencia de radiación de un solo modo del campo electromagnético, y la interacción espín-bosón se controla mediante el parámetro $\gamma$.

Generamos la dinámica del sistema calculando la probabilidad de supervivencia, que se define como la probabilidad de encontrar a un sistema cuántico en su estado inicial $|\Psi(0)\rangle$ a un tiempo posterior

$$S_P(t) = |\langle \Psi(0)|\Psi(t)\rangle|^2 = |\langle \Psi(0)|e^{-i\hat{H}_D t}|\Psi(0)\rangle|^2. \qquad (2)$$

Utilizamos como estado inicial un estado coherente de Glauber-Bloch en producto tensorial $|\Psi(0)\rangle = |\alpha\rangle \otimes |z\rangle$, donde $|\alpha\rangle = e^{-|\alpha|^2/2} e^{\alpha \hat{a}^\dagger} |0\rangle$ representa la sección bosónica y $|z\rangle = \left(1+|z|^2\right)^{-j} e^{z\hat{J}_+} |j,-j\rangle$ la sección de espín. En las expresiones anteriores $(\alpha, z) \in \mathbb{C}$, $|0\rangle$ es el vacío fotónico y $|j,-j\rangle$ es el estado base atómico con $j = \mathcal{N}/2$.
Seleccionamos un conjunto de parámetros donde el modelo presenta caos y estudiamos la probabilidad de supervivencia con estados coherentes [1]. Encontramos diferentes efectos en la dinámica que dependen fuertemente de las condiciones iniciales, y que son causados por la cicatrización cuántica o las correlaciones espectrales [2, 3].
Referencias: [1] D Villaseñor, S Pilatowsky-Cameo, M A Bastarrachea-Magnani, S Lerma-Hernández, L F Santos, and J G Hirsch, New. J. Phys. in press https://doi.org/10.1088/1367-2630/ab8e. [2] Eric J. Heller, Phys. Rev. Lett. 53, 1515 (1984). [3] S. Lerma-Hernández, D. Villaseñor, M. A. Bastarrachea-Magnani, E. J. Torres-Herrera, L. F. Santos, and J. G. Hirsch, Phys. Rev. E 100, 012218 (2019).

M2095 **Interacciones mediadas entre polarones-polaritones en cavidades semiconductores.** *Miguel Ángel Bastarrachea Magnani* (mamigre4008@gmail.com), Aarhus University; *Expositor.*
Presentamos un estudio teórico de las propiedades de excitones-polaritones creados en semiconductores dentro de microcavidades e interactuando como impurezas en un medio, ya sea un condensado de Bose-Einstein the polaritones con espín opuesto, o un gas de electrones bidimensional. Las quasipartículas resultantes, los llamados Bose y Fermi polarones-polaritones, respectivamente, mezclan las propiedades de la luz y la materia ofreciendo la posibilidad de una plétora de efectos en los que interactúan entre sí fotones vestidos como es el caso de física de Feshbach, interacciones mediadas y estados ligados. Revisamos esos efectos a partir de una teoría de acoplamiento fuerte bajo la aproximación de matriz T.

M2670 **Estados asociados a las simetrías de rotación e inversión en el espacio fase** *Julio Alberto López Saldívar* (julio.lopez.8303@gmail.com), Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM; *Expositor.*
Las simetrías en física cuántica y física en general han sido utilizadas para resolver diferentes problemas: desde la obtención de potenciales electrostáticos hasta la descripción de los estados cuánticos dentro de un núcleo. En esta plática, exploraremos la definición y propiedades de varios estados cuánticos asociados con las simetrías de rotación e inversión del polígono regular dentro del espacio fase. Dichos estados son definidos como la superposición de diferentes rotaciones en el espacio fase para cada una de las representaciones irreducibles del grupo cíclico $C_n$. La relación de los estados definidos con el mapeo de borrado selectivo de estados de número, la posibilidad de su uso en información cuántica y su posible implementación experimental también serán abordados. Como ejemplo se toma en consideración los estados simétricos Gaussianos de variable continua y se listan algunas de sus propiedades.

M2508 **Interferencia cuántica y comportamiento de probabilidades en una red de Divisores de haz** *Gustavo Armendáriz Peña* (fisher_gap@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Erick Barrios Barocio(e.barrios@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Edna Magdalena Hernández González(ednah@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Víctor Manuel Velázquez Aguilar(vicvela@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*
Las caminatas aleatorias son una herramienta muy útil en muchos procesos científicos. Sin embargo, actualmente se considera que la única manera de que la caminata sea realmente aleatoria, es a través de procesos cuánticos. Uno de los métodos ya conocidos es el de enviar un fotón a través de una red piramidal de divisores de haz (BS) y medir por dónde salió. Si la red es piramidal, cualquier camino que tome el fotón tendrá la misma longitud y, por tanto, le tomará el mismo tiempo salir. En general, esto no es así cuando se modifica la configuración del arreglo de BS's. En este trabajo se optó por una red cuadrada de BS. Un fotón entra a la red por uno de los puertos del primer BS (en el diagrama, el superior izquierdo) y se calculó la probabilidad de que salga por cada uno de los BS en los extremos inferior y derecho de la red (pues son las únicas opciones por donde pueden salir). Esto se hizo para redes de distintos tamaños (desde 50 hasta 1000 BS por lado) mostrando distintos efectos de la interferencia cuántica. Resultados: 1) La probabilidad de que el fotón salga por los primeros puertos (los que implican un recorrido menor) es claramente mucho menor. 2) La probabilidad más alta de medir el fotón corresponde con un puerto de salida cuya posición es una invariante de escala (aproximadamente $2.6n$, donde $n$ es el número de BS por lado). Esto es muy claro en la gráfica que muestra las probabilidades de medir el fotón en uno de los puertos de salida para todas las redes simultáneamente. 3) Al analizar los outputs de uno de los extremos para una $n$ fija (es más claro para las $n$ grandes), se observan batimientos que se pueden interpretar como inteferencia dentro de la red. Estos batimientos se analizaron con FFT con el objetivo de interpretar la evolución de la interferencia en función de $n$.

M1883 **Codificación de un qutrit basada en la carga** *José Eladio Hernández Vázquez* (eladiohv2122@gmail.com), Centro Universitario Universidad Autonomía del Estado de México Valle de Chalco; Manuel*

*Avila Aoki(manvlk@yahoo.com), Centro Universitario Universidad Autonomía del Estado de México Valle de Chalco; María De Lourdes López García(benyana21@hotmail.com), Centro Universitario Universidad Autonomía del Estado de México Valle de Chalco; Juvenal Rueda Paz(juvenal.rueda@gmail.com), Centro Universitario Universidad Autonomía del Estado de México Valle de Chalco; *Expositor.*
Se propone un arquitectura que codifica un qutrit en términos de un sextupolo eléctrico asociado con dos electrones (puntos cuánticos) en una estructura octahedrica tres dimensional. Se demuestra que un estado de dos qubits asociado a un sistema de dos fermiones admite los grados de libertad de un qutrit.

M2590 **Dinámica de la formación de patrones de Faraday en un condensado de Bose-Einstein en bajas dimensiones.** *Santiago Francisco Caballero Benítez(scaballero@fisica.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México.; Miguel Torres Acosta* (m.torres.940106@gmail.com), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México.; *Expositor.*
Estudiamos la evolución de un gas ultrafrío de bosones atrapado con dinámica temporal paramétrica en una geometría cuasi-unidimensional. Realizamos la evolución en tiempo real de la ecuación de Gross-Pitaeskii considerando una dinámica no conservativa relevante para las realizaciones experimentales[1]. Mediante la realización de simulaciones computacionales observamos procesos de auto-configuración en el superfluido originados por rompimiento de simetría espacial. Este rompimiento es inducido por la modulación temporal paramétrica en la dinámica. Analizamos la relación entre las simulaciones considerando la modulación del parámetro de interacción[2] y la modulación de las frecuencias de la trampa en las dimensiones de confinamiento fuerte[3]. La estabilidad del condensado con respecto al rompimiento de simetría espacial es descrita mediante la ecuación de Mathieu y el estudio de balances armónicos[4]. Analizamos la respuesta de diferentes condiciones iniciales para controlar la formación de la inestabilidad, sus escalas de tiempo y derivamos una teoría efectiva para describir la fenomenología[5]. Esto nos permite determinar los umbrales en el espacio de parámetros para la existencia de patrones espaciales, predecir y controlar las escalas de tiempo para la formación de Ondas de Faraday relevantes para experimentos.
[1] S. Choi, S. A. Morgan, and K. Burnett, Phys. Rev A 57, 4057 (1998). [2] K. Staliunas, S. Longhi, and G. J. De Valcárcel, Phys. Rev. Lett. 89, 210406 (2002). [3] K. Staliunas, S. Longhi, and G. J. De Valcárcel, Phys. Rev. A 70, 011601(R) (2004). [4] I. Kovacic, R. H. Rand, and S. M. Sah, Applied Mechanics Reviews 70, 020802 (2018). [5] M. Torres-Acosta and S. F. Caballero-Benitez, in preparation.

M2773 **Simulación y modelado de protocolo BB-84 MDI de distribución de clave cuántica.** *Héctor Jesús Rodríguez Nava* (rodrigueznh2013@licifug.ugto.mx), Universidad de Guanajuato; Carlos Herman Wiechers Medina(carherwm@gmail.com), Universidad de Guanajuato; Xóchitl Judith Sánchez Lozano(xohitlsl@gmail.com), Universidad de Guanajuato; José Luis Lucio Martínez(lucio@fisica.ugto.mx), Universidad de Guanajuato; *Expositor.*
Se simuló el protocolo de distribución de clave cuántica BB-84 MDI y se elaboró una formulación matemática que lo describe. Se encontró el rendimiento del protocolo en función de ciertos parámetros experimentales como la atenuación de fibra óptica y la eficiencia de los detectores y se hallaron las longitudes máximas del canal cuántico de fibra óptica a las que todavía hay transmisión de información.

M2625 **Measurement Back-action Effects in Quantum Optical Lattices with Ultracold Bosons.** *Adolfo Alejandro Hernández Cásares* (alexhc@ciencias.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; Santiago Francisco Caballero Benítez(scaballero@fisica.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*
Ultracold atoms in an optical lattice inside a high-Q cavity can form a Quantum Optical Lattice (QOL) [1]. In this system, we can observe new phases of correlated matter and competition between them with interesting properties [2-4]. These competitions can be measured typically by the observation of the emitted light properties[**?**]. In this paper we explore the changes that measurement back-action induce in the systems properties and existing quantum phases of matter due to photo-detection. Following [5], we find that this measurement back-action at the level of quantum trajectories [6], generates interesting dynamics that can compete with or stabilise broken symmetries in quantum many-body states typically found in QOL [7].
References
[1] S. F. Caballero-Benitez and I. B. Mekhov, Phys. Rev. Lett. 115, 243604 (2015).
[2] A. Sheikhan, F. Brennecke, and C. Kollath. Phys. Rev. A 93, 043609 (2016).
[3] S. F. Caballero-Benitez and I. B. Mekhov, New J. Phys. 17 123023 (2015).
[4] S. F. Caballero-Benitez, G. Mazzucchi and I. B. Mekhov, Phys. Rev. A 93 063632 (2016).
[5] G. Mazzucchi, W. Kozlowski, S. F. Caballero-Benitez, T. J. Elliott, and I. B. Mekhov, Phys. Rev. A 93, 023632 (2016).
[6] H. M. Wiseman and G. J. Milburn, *Quantum Measurement and Control*, Cambridge University Press (2010).
[7] A. H. Casares and S. F. Caballero-Benitez, manuscript in preparation.

M2752 **Solución exacta de un sistema disipativo atómico de muchos niveles** *Sergio Adrián Lerma Hernández* (slerma@uv.mx), Facultad de Física, Universidad Veracruzana; Álvaro Rubio(alvaro.rubiog@iem.cfmac.csic.es), Instituto de Estructura de la Materia, Consejo Superior de Investigaciones Científicas; Jorge Dukelsky(dukelsky@iem.cfmac.csic.es), Instituto de Estructura de la Materia, Consejo Superior de Investigaciones Científicas; Norma Bagatella Flores(nbagatella@uv.mx), Facultad de Física, Universidad Veracruzana; *Expositor.*
Se deriva la solución exacta de un sistema de átomos de N niveles en contacto con un reservorio Markoviano. La solución exacta se obtiene de mapear el superoperador Liuovilliano a las integrales de movimiento de un modelo de Richardson-Gaudin asociado al álgebra su(N). Se discuten las propiedades de la solución para los casos más simples de N=2 y N=3 niveles.

M2525 **Análisis de la ecuación de Scrhödinger con derivadas fraccionarias** *Jesús Aaron Flores Prudente* (jaf.prudente@ciencias.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Diego Martínez Miranda(diegomtz2099@gmail.com), Universidad Nacional Autónoma de México; Jorge Chávez Carlos(jorge.chavez@ciencias.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*
Las derivadas fraccionarias son resultado de tomar la derivada usual de grado $n$ y preguntarse qué pasaría si dicha $n$ no necesariamente fuera un natural, sino, por ejemplo, una fracción. De ésta manera se modifica la definición de derivada generalizando de cierto modo. En trabajos como [] o [] se parte modificando el límite que define a la derivada y se llega a una definición de *derivada fraccionaria.*
En éste trabajo se toma como base la definición en las fuentes antes citadas y se crea el operador segunda derivada ($\frac{d^2}{dx^2}$) para derivadas no necesariamente enteras, y se explora cómo afecta ésto a la ecuación de *Schrödinger* en una dimensión, y en particular la forma que toma al considerar el potencial del *oscilador armónico cuántico.* Se llega a la conclusión de que hay un término nuevo de primer orden en comparación con tomar la derivada usual, el cuál puede ser interpretado como un término disipativo. Y apensar de éste nuevo término la ecuación resultante sigue siendo, como en el caso clásico, una ecuación de *Sturm-Liouville.*
Se introduce el concepto de *derivada fraccionaria* puesto que generalmente el considerarla agrega términos que ajustan mejor cierto tipos de modelos. Además de que es una cuestión de interés teórico al haber poca bibliografía de éste concepto aplicado en particular a la mecánica cuántica.

M2672 **Seguridad en Protocolos de distribución de claves cuánticas** *Carlos Herman Wiechers Medina* (carherwm@fisica.ugto.mx), División de Ciencias e Ingenierías, Campus León, Universidad de Guanajuato; Carlos Roberto Valdivia Garcia(valdiviagc2014@licifug.ugto.mx), División de Ciencias e Ingenierías, Campus León, Universidad de Guanajuato; Héctor Jesús Rodríguez Nava(rodrigueznh2013@licifug.ugto.mx), División de Ciencias e Ingenierías, Campus León, Universidad de Guanajuato; Emmanuel Rivera Pérez(e.rivera@ugto.mx), División de Ciencias e Ingenierías, Campus León, Universidad de Guanajuato; Lorena Velazquez Ibarra(lorenav@fisica.ugto.mx), División de Ciencias e Ingenierías, Campus León, Universidad de Guanajuato; José Luis Lucio Martínez(pplucio@gmail.com), División de Ciencias e Ingenierías, Campus León, Universidad de Guanajuato; *Expositor.*
En este trabajo se analiza la seguridad de los protocolos de distribución de clave cuánticas del tipo de preparamide (prepare and measure quantum key distribution protocolos). Así como la taza de generación de claves secretas, una vez que se ha determinado la taza de claves cruda y la taza de generación de errores de bit cuánticos. Se usan modelos de fuentes y de detectores más generales. Se comparan varios tipos de protocolos clásicos. Se estudian los protocolos modelando los sistemas, así como mediante simulación Monte-Carlo de estos sistemas.

M2678 **Laseo clase-B en un arreglo de microanillos resonadores usando álgebra para-Fermiones** *Alejandro Padrón-Godínez* (alpago00@unam.mx), Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y Electrónica; Benjamin Raziel Jaramillo Ávila(benjamin.raziel.ja@gmail.com), Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y Electrónica; Blas Manuel Rodríguez-Lara(blas.rodriguez@gmail.com), Tecnológico de Monterrey; *Expositor.*
En este trabajo mostramos laseo en un arreglo de microanillos resonadores idénticos en una configuración lineal simétrica, con factores de acoplamiento asociados a una simulación del álgebra de para-Fermiones. Modelamos la propagación de los campos usando una matriz de modos acoplados, donde los elementos fuera de la diagonal contienen factores de acoplamiento entre microanillos y los elementos de la diagonal son todos iguales y contienen las contantes de propagación de los modos de los anillos. Además el sistema contiene las densidades de arrastre normalizadas, la razón de bombeo normalizada, valores de ganancia-pérdida diferencial y otros factores.
Empleamos el álgebra de para-Fermiones junto con valores experimentales de microanillos para construir el modelo. Esto nos permite la predicción analítica de las constantes de propagación y los modos normales de un arreglo de resonadores pasivos, tal como se muestran en la analogía de un sistema óptico de un modo de energía cero con su propio par quiral. El resto de los modos normales en el modelo lineal forman pares de quirales que se distribuyen uniformemente alrededor del modo de pseudo-energía cero. Aprovechamos esta información para construir el modelo de láser clase B, donde los sitios pares e impares se

manejan con diferente carga en un patrón para demostrar el laseo con mejora o supresión del modo de energía cero en algunos microanillos. El modelado del arreglo conduce al laseo del modo de energía cero para un gran conjunto de condiciones iniciales y su independencia de las configuraciones iniciales de campo.

M2546 **Propiedades estáticas y dinámicas del modelo de Aubry-André con simetría $\mathcal{PT}$** *Andrei Jesús Martínez Mendoza(andreije1@gmail.com), Escuela de Ciencias, Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca; Eduardo Jonathan Torres Herrera(etorresh@ifuap.buap.mx), Instituto de Física, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Steven Galvan* (fenix.tbu@gmail.com), Escuela de Ciencias, Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca; *Expositor.*
El objetivo es mostrar algunos resultados obtenidos al estudiar, haciendo uso de métodos númericos, las propiedades estáticas del modelo unidimensional de Aubry-André extendido al caso con simetría $\mathcal{PT}$ (siendo estos los operadores de paridad $\mathcal{P}$ e inversión temporal $\mathcal{T}$), y la manifestación/conservación de estas propiedades en el caso dinámico. Dando un tratamiento al Hamiltoniano en función de dos de sus parámetros específicos se estudia la transición de una fase con simetría $\mathcal{PT}$-exacta (eigenvalores reales) a otra fase con simetría $\mathcal{PT}$-rota (eigenvalores complejos) en función del tamaño del sistema, y posteriormente en función de la relación entre estos dos parámetros, en términos de valores críticos asociados a los dos parámetros principales. Se extiende el estudio a la estadística de niveles de energía: utilizando la distribución de razones entre espaciamientos de niveles en la fase con simetría $\mathcal{PT}$-exacta y las razones entre espaciamientos de niveles complejos en la fase con simetría $\mathcal{PT}$-rota; también el grado de localización de los estados propios, esto haciendo uso de la razón inversa de participación (IPR), y por último, la probabilidad de encontrar el sistema en su estado incial en un determinado tiempo, con la probabilidad de supervivencia (PS). Siendo los resultados principales una relación lineal entre los dos parámetros principales del hamiltoniano y la transición de fase, la disminución del valor de transición de fase para uno de los parámetros conforme el tamaño del sistema aumenta, entre otros más.

M2368 **Tensor geométrico cuántico y transiciones de fase cuánticas en el modelo de Lipkin** *Jorge Chávez Carlos* (jorge.chavez@ciencias.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Ciencias Físicas; Diego González Vallejo(dgonzalezvallejo@gmail.com), Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Ciencias Nucleares; Daniel Gutiérrez Ruiz(gutierrezrd90@gmail.com), Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Ciencias Nucleares; José David Vergara Oliver(vergara@nucleares.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Ciencias Nucleares; Jorge Gustavo Hirsch Ganievich(hirsch@nucleares.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Ciencias Nucleares; *Expositor.*
Estudiamos el tensor geométrico cuántico (QGT) y la curvatura escalar del tensor métrico cuántico (QMT) para un caso especial del modelo de Lipkin.
Construimos el Hamiltoniano clásico empleando estados coherentes y encontramos sus puntos fijos. El estado de máxima energía presenta una transición de fase cuántica, donde ocurre una bifurcación, un cambio de estabilidad asociado a una transición cuántica de fase de estados excitados (ESQPT).
Usando técnicas analíticas (en la aproximación de Holstein-Primakoff) y diagonalizaciones numéricas exactas, encontramos que presenta un comportamiento divergente en la ESQPT y que la curvatura de Berry solo existe en una de las fases. Calculamos la curvatura escalar del QMT y mostramos que puede servir como indicador de la ESQPT al exhibir una discontinuidad en esa región. Por último, comparamos los resultados numéricos y analíticos, encontrando un excelente acuerdo entre ellos para tamaños grandes del sistema en una región amplia del espacio de parámetros, exceptuando puntos muy cercanos a la QPT, donde la aproximación de Holstein-Primakoff deja de ser válida.

M1977 **Búsqueda de bifurcaciones de máximo entrelazamiento en 2 Qubits** *José Ángel Valenzuela Barrón* (a217207212@alumnos.unison.mx), UNIVERSIDAD DE SONORA; *Expositor.*
El entrelazamiento cuántico es la propiedad de las partículas cuánticas con mayor importancia en la información cuántica y comunicación cuántica, por ello, se le considera como un recurso que puede ser utilizado para realizar numerosos cálculos cuánticos y procesos de comunicación. Esto ha llevado al estudio minucioso del entrelazamiento de muchos sistemas y llevar con ello una mejor comprensión mas completa de los mismos. Una área en la que este enfoque ha tenido cierto éxito es en el estudio de las transiciones cuánticas de fase, el cual son cambios cualitativos en el estado base de un sistema con muchas partículas en el que se le es inducido una variación de algún parámetro externo. Un cambio cualitativo es el estado base de un parámetro del sistema que varia, de tal forma que puede sufrir una bifurcación o una perdida de estabilidad en la aparición de nuevos puntos fijos en algún valor critico.

M2742 **Medición de la dispersión de una fibra de telecomunicaciones usando una fuente de supercontinuo** *Daniel Rodríguez Guillén* (d.rodriguezguillen@ugto.mx), Universidad De Guanajuato; Carlos Herman Wiechers Medina(carherwm@fisica.ugto.mx), Universidad De Guanajuato; Lorena Berenice Velázquez Ibarra(lorenav@fisica.ugto.mx), Universidad De Guanajuato; José Luis Lucio

*Martínez(lucio@fisica.ugto.mx), Universidad De Guanajuato; *Expositor.*
En este trabajo se presentan resultados experimentales de la caracterización del perfil de dispersión cromática en una fibra óptica de telecomunicaciones, mediante la generación de un supercontinuo como fuente pulsada y el método de tiempo de vuelo (Time of Flight). La dispersión cromática permite conocer la distancia en la cual un pulso óptico puede propagarse antes de que ocurra alguna forma de compensación, producida por la propia propagación del pulso. La generación de la fuente de supercontinuo se logró usando una fibra de cristal fotónico de 1 metro de largo y seleccionando una componente con una rejilla de difracción. El cálculo de la dispersión cromática (D) se logra a través de la medición del parámetro de dispersión ($\beta_1$). Este se obtiene midiendo el tiempo de retardo, al separar un pulso (con una longitud de onda dada) en dos pulsos mediante un acoplador. Las dos salidas del acoplador fueron conectadas a un detector de un solo fotón y posteriormente a un convertidor de tiempo a digital; una de las salidas fue acoplada a 2 kilómetros de fibra óptica de telecomunicación con la finalidad de generar un retraso temporal, conocido como tiempo de vuelo. Este proceso se repite midiendo el tiempo de vuelo usando diferentes longitudes de onda.

M2610 **Colapso espectral en el modelo de Rabi de dos fotones** *Román Josué Armenta Rico(romanarmenta2@gmail.com), Universidad Autónoma de Sinaloa; Félix Humberto Maldonado Villamizar* (fmaldonado@inaoep.mx), CONACYT-Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y Electrónica; Blas Manuel Rodriguez Lara(bmlara@tec.mx), Instituto Tecnológido y de Estudios Superiores de Monterrey; *Expositor.*
El colapso espectral se puede entender como la transición del espectro discreto al continuo. En este trabajo se explora el modelo de Rabi con dos fotones, usando el espacio de fase óptico. Se confirma el colapso de forma numérica y se estudian algunas particularidades del modelo usando una aproximación variacional.

M1882 **Sistema láser integrado para la manipulación del gravímetro cuántico portatil (Grávico)** *Diego Alegría Meza(ferama@nucleares.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México.; Josué Gustavo Carmona Moreno(carmoshka1997@gmail.com), Instituto de Física, Universidad Autónoma de San Luis Potosí.; Neil Vladimir Corzo Trejo(vladsten@gmail.com), Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, unidad Querétaro; Eduardo De Carlos López(edlopez@cenam.mx), Dirección de Tiempo y Frecuencia, Centro Nacional de Metrología.; Jesus Flores Mijangos(flores@nucleares.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México.; John Alexander Franco Villafañe(jofravil@gmail.com), CONACyT - Instituto de Física, Universidad Autónoma de San Luis Potosí.; Eduardo Gómez García(egomez@mail.ifisica.uaslp.mx), Instituto de Física, Universidad Autónoma de San Luis Potosí.; Saeed Hamzeloui(s.hamzeloui@gmail.com), Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México.; Lina Hoyos Campo(lunaysol77@gmail.com), Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México.; Karina Jimenez Garcia(karina.jimenezgarcia@cinvestav.mx), Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, unidad Querétaro.; José Jiménez Mier(jimenez@nucleares.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México.; José Luis López González* (luisideas@gmail.com), Instituto de Física, Universidad Autónoma de San Luis Potosí.; Dai López Jacinto(ferama@nucleares.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México.; Mauricio López Romero(jm.lopez@cinvestav.mx), Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, unidad Querétaro.; Alejandra López Vázquez(lopezvalejandra21@gmail.com), Instituto de Física, Universidad Autónoma de San Luis Potosí.; Andrés Medina Herrera(edlopez@cenam.mx), Dirección de Tiempo y Frecuencia, Centro Nacional de Metrología.; Ricardo Méndez Fragoso(rich@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.; Georgina Olivares Rentería(ginaolivares@gmail.com), Instituto de Física, Universidad Autónoma de San Luis Potosí.; Carlos Andrés Ortiz Cardona(caortizing@gmail.com), Dirección de Tiempo y Frecuencia, Centro Nacional de Metrología.; Joaquín Gerardo Raboño Borbolla(joaquin.rabono@cinvestav.mx), Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, unidad Querétaro.; Fernando Ramírez Martínez(ferama@nucleares.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México.; Víctor Manuel Valenzuela Jiménez(vjimenez@uas.edu.mx), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Universidad Autónoma de Sinaloa.; *Expositor.*
Grávico es una colaboración inter-institucional que reúne a algunos de los principales grupos de investigación en manipulación atómica de México. Nuestro principal objetivo es la puesta en marcha de un gravímetro cuántico portátil. Hacia este objetivo hemos desarrollado un sistema láser en un arreglo robusto, altamente flexible y compacto con la capacidad necesaria para realizar una amplia variedad de manipulaciones cuánticas en átomos. Partiendo de un solo láser con un ancho de línea reducido y de frecuencia fija, se generan todos los haces láser requeridos, y éstos se acoplan a fibras ópticas independientes para llevarlos a la zona de interacción con los sistemas atómicos. Una interfaz amigable permite la programación de secuencias arbitrarias que pueden ejecutarse desde una computadora convencional. El sistema puede ser aprovechado para propósitos de enseñanza y es lo suficientemente robusto como para

iniciar una línea de investigación en manipulación cuántica. Es por lo tanto una plataforma que sirve como un excelente punto de partida para contribuir al desarrollo en México de tecnologías cuánticas a través del proyecto Grávico. Financiamiento: Fronteras de la Ciencia (157), FORDECYT (297126), CONCYTEQ.

M2106 **Termodinámica cuántica en sistemas correlacionados de interacción radiación-materia.** *Miguel Ángel Bastarrachea Magnani(mamigre4008@gmail.com), Aarhus University; Eduardo López Lima* (e.t1994@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*
En las últimas décadas el diagnóstico y la manipulación experimental de sistemas cuánticos interactuantes de muchos cuerpos ha visto avances sorprendentes. La posibilidad de su uso para estudiar procesos fuera de equilibrio manteniendo largos tiempos de coherencia, ha motivado la revisión de conceptos termodinámicos en presencia de correlaciones cuánticas o interacciones fuertes. En este trabajo estudiamos dichas definiciones en sistemas cuánticos bipartitas de interacción radiación-materia cuando existen correlaciones cuánticas iniciales entre un sistema y sus alrededores. Empleando elementos de la teoría de sistemas cuánticos abiertos mostraremos que dichas correlaciones tienen como resultado restringir el flujo de energía e información entre el sistema. En consecuencia, para construir una formulación consistente con las leyes termodinámicas es necesario introducir cantidades termodinámicas que corresponderían a una "frontera" entre ambos sistemas. Finalmente, exploraremos estos resultados como función de los parámetros de los sistemas.

M2751 **Valores débiles y su aplicación en el desarrollo de criterios de enredamiento** *Fernando Santiago Zamora Buen Abad* (fsantiagoz1994@gmail.com), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; Andrea Valdés Hernández(andreavh@fisica.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*
Los valores débiles (o weak values) han cobrado gran interés en los últimos años debido a a sus múltiples aplicaciones y a su exitosa realización experimental. Entre las diversas aplicaciones del formalismo de valores débiles se encuentra el desarrollo de criterios de entrelazamiento para sistemas bipartitos en estados puros. En este trabajo se presentarán los primeros pasos hacia la extensión de dichos criterios, con miras a incluir sistemas multipartitos así como estados mixtos.

M2618 **Photonic simulation of SUSY-like structures** *Pablo Ivan Martinez Berumen(A00818058@itesm.mx), Tecnológico de Monterrey; Benjamin Raziel Jaramillo Ávila(jaramillo@inaoep.mx), CONACYT-INAOE; Blas Manuel Rodríguez Lara* (bmlara@tec.mx), Tecnológico de Monterrey; *Expositor.*
We discuss the idea of using Cholesky factorization to create isospectral or square root partners of photonic lattices in a manner similar to that in SUSY quantum mechanics. We focus on the technical opportunities that arise in the design of experimetnally feasible photonic lattices in the telecomm C-band. We provide a practical example within coupled mode theory validated by finite element modelling.

M2744 **Efectos de la interacción de dos cuerpos en el límite de rapidez cuántica** *Alan Josep Barrios De La Cruz* (alanjosepbdlc@ciencias.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Francisco Javier Sevilla Pérez(fjsevilla@fisica.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*
Se presenta un estudio de los efectos de la interacción de dos cuerpos en la relación entre el límite de rapidez cuántica (quantum speed limit) y el enredamiento en un sistema cuántico de dos modos y dos bosones indistinguibles.
Se agradece a DGAPA-PAPIIT-UNAM IN110120.

M2274 **Cicatrización y ergodicidad cuántica en un modelo de espines y bosones** *Saúl Pilatowsky Cameo* (saulpilatowsky@ciencias.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México; David Benjamín Villaseñor Pérez(d.v.pcf.cu@gmail.com), Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México; Miguel Ángel Bastarrachea Magnani(mamigre4008@gmail.com), Department of Physics and Astronomy, Aarhus University; Sergio Adrián Lerma Hernández(sergioalerma@gmail.com), Facultad de Física, Universidad Veracruzana; Lea Ferreira Dos Santos(lsantos2@yu.edu), Department of Physics, Yeshiva University; Jorge Gustavo Hirsch Ganievich(hirsch@nucleares.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*
Los sistemas caóticos clásicos son ergódicos. Si se selecciona una condición inicial al azar, pasado suficiente tiempo, el sistema pasará arbitrariamente cerca de cualquier otra configuración accesible con la misma energía. Sin embargo, algunas condiciones iniciales particulares no siguen este comportamiento. Éstas producen movimiento periódico, pero tienen medida cero y son inestables en el espacio fase, por lo que no son accesibles físicamente. Al pasar al régimen cuántico estas trayectorias periódicas inestables se vuelven accesibles físicamente, manifestándose en las (cuasi)distribuciones de probabilidad de los estados propios en el espacio fase. A este efecto se le conoce como cicatrización cuántica y contrasta con cualquier noción de ergodicidad. Dado que los estados propios se localizan en el espacio fase, algunas regiones resultan prohibidas para la evolución cuántica.

Estudiamos la cicatrización cuántica en el modelo de Dicke, que consta de $\mathcal{N}$ átomos de dos niveles con frecuencia de transición $\omega_0$ acoplados con un campo electromagnético de frecuencia $\omega$ dentro de una cavidad. Su Hamiltoniano está dado por

$$\hat{H}_D = \omega \hat{a}^\dagger \hat{a} + \omega_0 \hat{J}_z + \frac{2\gamma}{\sqrt{\mathcal{N}}} \hat{J}_x (\hat{a}^\dagger + \hat{a}),$$

donde $\gamma$ es el parámetro de acoplamiento y $\hat{a}$ y $\hat{J}_{x,z}$ son los operadores de aniquilación y momento angular en $x$ y $z$, respectivamente.
Se analizan algunas familias de órbitas periódicas en el límite clásico, en el régimen resonante $\omega = \omega_0$. Con estas familias identificadas, se analizan las correspondientes cicatrices en la distribución de los estados propios en el espacio fase. Además, se introduce una medida de localización que permite cuantificar qué tanto se alejan los estados propios de la ergodicidad clásica, así como estudiar cómo esto da pie a comportamientos dinámicos específicos en la evolución de ciertos estados.
Referencias
[1] David Villaseñor, Saúl Pilatowsky-Cameo, Miguel A. Bastarrachea-Magnani, Sergio Lerma-Hernáandez, Lea F. Santos y Jorge G. Hirsch, New. J. Phys. (2020) En imprenta https://doi.org/10.1088/1367-2630/ab8ef8
[2] Eric J. Heller, Phys. Rev. Lett. 53, 1515 (1984) https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.53.1515.
[3] de Aguiar M, Furuya K, Lewenkopf C y Nemes M Annals of Physics 216 291 - 312 (1992) https://doi.org/10.1016/0003-4916(92)90178-O

M2437 **Propiedad de autopromedio en sistemas cuánticos de muchos cuerpos fuera de equilibrio: Dependencia temporal de las distribuciones.**
*Eduardo Jonathan Torres Herrera(etorresh@ifuap.buap.mx), Instituto de Física, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Isaías Vallejo Fabila* (ivallejo@ifuap.buap.mx), Instituto de Física, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Andrei Jesús Martínez Mendoza(andreije1@gmail.com), Escuela de Ciencias, Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca; Lea Ferreira Dos Santos(lsantos2@yu.edu), Department of Physics, Yeshiva University; *Expositor.*
Los avances en experimentos con átomos fríos, iones atrapados, dispositivos superconductores y plataformas de resonancia magnética nuclear han fortalecido los estudios de la dinámica a tiempos largos de estos sistemas. Entre las preguntas comunes se encuentran la viabilidad de la termalización, la descripción de la dinámica y el tiempo para que el sistema alcance el equilibrio, pero poco se ha explorado respecto al autopromedio.
Se dice que una cantidad asociada a un sistema desordenado es autopromediable cuando su varianza relativa decrece conforme el tamaño del sistema aumenta. Entonces, podemos reducir el número de muestras empleadas en los análisis teóricos y experimentales conforme aumenta el tamaño del sistema. En contraste, la falta de autopromedio complica el estudio de los sistemas desordenados.
Se presentará un análisis de autopromedio para un modelo desordenado de espín 1/2 en el régimen caótico y un modelo de matrices aleatorias pertenecientes al ensamble Gaussiano ortogonal (GOE). Se ha mostrado tanto numéricamente como analíticamente que la probabilidad de supervivencia no es autopromediable en ninguna escala temporal. Otras cantidades que han sido analizadas son la razón inversa de participación, la función de autocorrelación de espín y la función de correlación espín-espín. La propiedad de autopromedio de estas cantidades cambia con el tiempo. Motivados por estos resultados estudiamos de forma numérica y analítica las distribuciones sobre realizaciones del desorden para las mismas cantidades. Nuestro objetivo es entender como las propiedades generales y la forma de las distribuciones dependen del tiempo, observables y modelos y si pueden ayudarnos a determinar cuando se cumple el autopromedio.
Mostraremos que a tiempos cortos las distribuciones dependen del modelo, mientras que a tiempos largos las distribuciones son similares para ambos modelos pero difieren dependiendo de la cantidad en cuestión. Comparando la forma de las distribuciones con la presencia de autopromedio concluimos que no están correlacionadas. En particular, se encuentran distribuciones Gaussianas tanto para cantidades autopromediables como no autopromediables.

M2493 **Estudio sobre la factibilidad en el uso de láminas de grafeno $^{12}C$ $-^{13}$ $C$ para implementar computación cuántica**
*Gustavo López Velázquez(gulopez@cencar.udg.mx), Universidad de Guadalajara; Jorge Octavio Vizcaíno Guajardo* (vizcaino.jorge@hotmail.com), Universidad de Guadalajara; *Expositor.*
Los sistemas físicos con interacción espín-espín nuclear tienen la ventaja de tener un mayor tiempo de decoherencia frente a otros sistemas, lo que los hace más viables para su consideración como qubits para implementar computación cuántica. Sin embargo, otro reto tecnológico importante tiene que ver con la facilidad para realizar la lectura de los estados cuánticos. Por lo tanto, surgen las siguientes ideas: ¿Podrá una lámina de grafeno dopada con $^{13}C$ funcionar como un sólo qubit bajo ciertos parámetros y configuraciones?; ¿podremos generar compuertas para más de dos qubits, mediante la interacción entre varias de estas láminas en presencia de un campo electromagnético externo? En el presente estudio se ha considerado un sistema físico de grafeno dopado con átomos de $^{13}C$ dentro de la estructura cristalina, en configuraciones específicas, cuadrada y triangular concéntrica, bajo la interacción entre los momentos magnéticos de estos isótopos $^{13}C$. Se introduce la interacción con un campo magnético externo paralelo al plano de cada lámina y con un campo magnético

de radiofrecuencia transversal, para simular de forma numérica las compuertas cuánticas: NOT (una sola lámina), CNOT (dos láminas) y CCNOT (tres láminas). Se han obtenido satisfactoriamente los estados esperados para cada una de estas compuertas, al finalizar la aplicación de pulsos sobre el sistema con duración $\tau = \frac{\pi}{\Omega}$, donde $\Omega$ es la frecuencia de Rabí. Asimismo, se encontró que las frecuencias de los pulsos necesarias para realizar estas transiciones, no dependen del número de espines nucleares en cada lámina, por lo que con frecuencias pequeñas se generaron transiciones entre estados con niveles de energía muy distantes.
Por otro lado, la rotación de un sólo qubit, referente a una lámina, no se ha conseguido. Se observa una superposición de todos los estados correspondientes a los espines, con igual probabilidad, debido a efectos resonantes para distintas frecuencias a la mitad de los $\frac{\pi}{\Omega}$ pulsos. Además, se ha conseguido llegar a un completo entrelazamiento entre las láminas bajo ciertos pulsos, que podría ser de utilidad para aplicaciones distintas a las de este trabajo.

***Instrumentación***
***Línea (online)***

M2204 **Sistema para Control de Corriente y para la Caracterización de diodos LED y laser Basado en un Microcontrolador** *Lisett Gómez Espinosa* (l.gomezespinosa@ugto.mx), Universidad de Guanajuato; Christopher Juárez Villagómez(c.juarezvillagomez@ugto.mx), Universidad de Guanajuato; Alejandro Andrade Núñez(a.andradenunez@ugto.mx), Universidad de Guanajuato; Erick Flores Pérez(eflorresperez@ugto.mx), Universidad de Guanajuato; Juan Pablo Vázquez González(jp.vazquezgonzalez@ugto.mx), Universidad de Guanajuato; Everardo Vargas Rodríguez(evr@ugto.mx), Universidad de Guanajuato; Ana Dinora Guzmán Chávez(ad.guzman@ugto.mx), Universidad de Guanajuato; Mario Alberto García Ramírez(seario@gmail.com), Universidad de Guadalajara; *Expositor.*
En este trabajo se presenta el desarrollo e implementación de un controlador de corriente y de caracterización de diodos LED y laser. El sistema está basado en un circuito electrónico con transistores BJT y en una tarjeta Arduino. Además, el sistema cuenta con una interfaz para que en una computadora personal se desplieguen las rectas de carga de diodo y de los transistores BJT del circuito. Así mismo, el sistema implementado permite monitorear el punto de operación del diodo LED conforme se va cambiando el voltaje de entrada del circuito controlador de corriente. Esto a su vez ayuda a garantizar que la luminiscencia emitida esté entre el punto de apagado y el punto de emisión máxima definido por el usuario. Para este sistema controlador se diseñó, analizó e implementó un circuito electrónico basado en transistores BJTs, que sirve para controlar y fijar el rango de corriente de operación del diodo. Además, basado en estos parámetros y en el análisis del circuito electrónico se determinaron los valores de los componentes del circuito y se desarrolló un programa para la tarjeta Arduino, la cual lleva a cabo la adquisición de datos del LED y posteriormente los transfiere vía serial a la PC para posteriormente graficar las señales y las compare con los resultados teóricos ideales. El sistema mostró ser eficiente para trazar las curvas de operación de un diodo LED y con base en estas se puede determinar fácilmente los valores de su circuito equivalente del LED (voltaje de umbral y resistencia dinámica). Finalmente, se demuestra que se pueden implementar controladores de corriente de diodos LED y láseres robustos de muy bajo costo y que permiten al usuario conocer como se está comportando el dispositivo bajo prueba.

M2471 **ESTUDIO DE LA RESPUESTA DE SENSORES DE GAS A BASE DE RESONADOR DE CUARZO EN FUNCIÓN DE LA HUMEDAD RELATIVA** *Omar Sosa Ramos* (sosasoro@hotmail.com), BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA; Georgina Beltrán Pérez(gbeltran@fcfm.buap.mx), BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA; Juan Castillo Mixcóatl(jcastill@fcfm.buap.mx), BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA; Severino Muñoz Aguirre(smunoz@fcfm.buap.mx), BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA; *Expositor.*
Los sensores de gas son una parte crucial de los sistemas denominados narices electrónicas. Un tipo de sensor frecuentemente utilizado es el que se construye usando microbalanzas de cristal de cuarzo (QCM, por sus siglas en inglés). Sin embargo, la humedad relativa (HR) es un parámetro que afecta la respuesta de este tipo de sensores. Para estudiar este fenómeno se desarrolló un sistema de control PI (Proporcional e integral por sus siglas en inglés) de humedad relativa que genera valores en un rango de 20% a 80%. Dicho control minimiza el margen de error absoluto en $\pm 1\%$. Se construyeron 3 sensores con una película de etil-celulosa depositada mediante el método de drop-casting. Se utilizó un sistema dinámico para obtener las mediciones de la respuesta de los sensores a etanol mezclado con diferentes humedades. El sistema de medición se encuentra automatizado mediante interfaces gráficas en ordenadores y microcontroladores. En el presente trabajo se muestran los resultados del sistema de control PI de humedad relativa, así como la caracterización de la respuesta de los 3 sensores QCM, en función de la humedad. Se encontró que la respuesta de los sensores aumenta de forma lineal, además se obtuvo una ecuación que permite el cálculo de la concentración del gas en términos de la respuesta del sensor y la HR.

M2395 **Estudio de la influencia de la estructura de la celda de medición en la respuesta de un sensor de gas de estado sólido TGS-2620.** *David Silva Apango* (ddsilvaa06@gmail.*

*com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Juan Castillo Mixcóatl(jcastill@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Georgina Beltrán Pérez(gbeltran@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Víctor Manuel Altúzar Aguilar(valtuzar@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Severino Muñoz Aguirre(smunoz@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*

Las narices electrónicas son dispositivos que nos permiten realizar el reconocimiento de compuestos volátiles orgánicos en el ambiente. Para llevar a cabo el desarrollo de estos aparatos es necesario caracterizar el comportamiento de los sensores que la conforman en un sistema dinámico que mantenga las condiciones de temperatura y humedad relativa, esto con el fin de evitar la deriva en la respuesta del sensor de gas de estado sólido TGS-2620. Se sabe que la manera en la que un flujo de aire incide sobre el sensor afecta la respuesta de salida, pues los sensores de estado sólido contienen un calefactor integrado que determina la sensibilidad en la detección de gases. Por esa razón se ha realizado el diseño y la implementación de tres diseños de celdas de mediciones. Se han observado, analizado y comparado las respuestas del sensor dentro de ellas tanto en el componente transitorio como en la respuesta en el estado estable, aprobando la celda en la que el sensor sea capaz de conseguir respuestas reproducibles y cuya estructura influya el mínimo posible en la respuesta. Por otra parte, es necesario para diferentes propósitos en la investigación y la industria acelerar el reconocimiento de compuestos volátiles orgánicos. Por ello se propone realizar predicciones del estado estable de un estímulo a partir de la respuesta transitoria del sensor de gas de estado sólido. Para ese propósito se extraen dos características de la respuesta de salida: a) el valor máximo obtenido de filtros digitales pasabajas y b) un análisis de las pendientes obtenidas al iniciar el estímulo de gas junto a los ajustes de regresión no lineales, gracias a este último tratamiento sabemos que el comportamiento del sensor corresponde al de un sistema de medida de primer orden, lo que permite realizar predicciones mediante una sencilla multiplicación de la pendiente al inicio de la respuesta transitoria por la constante de tiempo del sensor, de esta manera se ahorra tiempo de procesamiento en los sistemas digitales. A pesar de las diferencias estructurales de las celdas de mediciones usadas, las predicciones obtenidas corresponden al valor del estado estable medido con un error predominantemente menor al 5%, siendo alcanzadas en un tiempo correspondiente entre el 8 al 12% del necesario para alcanzar el estado estable.

M2727 **Evaluación de funcionamiento de la cámara térmica de un compensador de temperatura para bolsa de solución dializante** *Israel Robles Hernández* (israelrobles2013@gmail.com), Instituto Tecnológico Superior de Alvarado; Isabel Lagunes Gómez(ilagunes@msev.gob.mx), Instituto Tecnológico Superior de Alvarado; *Expositor.*

Aplicando la metodología de principios para innovación TRIZ[1] se desarrolló un Dispositivo Médico (DM) Activo Terapéutico de uso pasajero para reducir las molestias ocasionadas por el suministro de líquido dializante, a temperaturas por debajo de la corporal, en el tratamiento de la Insuficiencia Renal Crónica (IRC) por Diálisis Peritoneal Ambulatoria Continua (DPAC). El DM transforma la corriente eléctrica en energía térmica, realiza la conducción controlada de calor al líquido dializante, permite la selección de temperatura de 10 a 40 °C con variación de ±1°C, y posibilita la provisión continua del fluido dializante por diferencial de altura. En los requerimientos de diseño se consideró indispensable, además de la capacidad de elevar la temperatura de la solución dializante a niveles similares a la temperatura corporal sin que este proceso altere la composición química del fluido; que fuera portable, de control automatizado, de bajo costo, de operación sencilla y segura, resistente a impactos, con necesidades de mantenimiento básico, y de larga vida útil. La cámara térmica es de forma cilíndrica, tipo cartucho que para su protección está contenido por una cubierta. Su funcionamiento se manipula mediante un control de temperatura. Suponiendo como datos de operación una temperatura de trabajo de 36ºC y una temperatura de entrada de 25 °C; y como propiedades del tubo de acero inoxidable[2] Cr=18%, Ni= 8%, K=16.3, $\phi$interior = 0.9525 cm, $\phi$exterior = 1.27 cm, y K= 16.3 W/m-°C. Se considera el intercambiador de calor como un sistema radial de transferencia de calor por conducción, convección y radiación no se consideran para efectos de la operación del prototipo ya que su transferencia es nula. Aplicando la ecuación de transferencia de calor por conducción, se obtiene una transferencia de calor por unidad de longitud de 85.86.62. Considerando el espesor crítico de transferencia de calor se determinó conveniente emplear un aislante de lana mineral envolviendo todo el calefactor para evitar fuga de temperatura a sus alrededores y eliminar el riesgo de dañar la máquina, a su operario o al paciente. Tomando en cuenta las propiedades de la lana mineral de 160.18 kg/cm, que cuenta con un coeficiente de conductividad térmica de k= 0.040 W/m°C, y temperaturas de trabajo de 10 a 40 °C; se requieren 5 cm aproximados de radio de resistencia. Bibliografía: [1] J. A. Aguilar-Zambrano, M. V. Valencia, M. F. Martínez, C. A. Quiceno, y C. M. Sandoval, “Uso de la Teoría de Solución de Problemas Inventivos (TRIZ) en el análisis de productos de apoyo a la movilidad para detectar oportunidades de innovación”, Ingeniería y Competitividad, vol. 14, núm. 1, pp. 137–151, 2012, Consultado: jun. 25, 2020. [En línea]. Disponible en: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=291323571011.
[2] J. P. Holman, Transferencia de calor, 8a. Edición (1a. en español). Madrid: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA DE ESPAÑA, S.A.U., 1998.

M2827 **How to build an ultrasonic needle sensor** *Daniela Olmos Velderrain* (olmosvel0111@outlook.com), Universidad de Sonora; Francisco Cortalezzi(cortalezzi@yahoo.com), University of Missouri; Gerardo Gutiérrez Juárez(ggutj@fisica.ugto.mx), Universidad de Guanajuato; Guadalupe Misael Ruiz Veloz(ruizvg2012@licifug.ugto.mx), Universidad de Guanajuato; Temístocles Mendívil Reynoso(temis_83@hotmail.com), Universidad de Sonora; Luis Polo Parada(poloparadal@missouri.edu), University of Missouri; Alain Pérez Rodríguez(aperez@cifus.uson.mx), Universidad de Sonora; *Expositor.*

Ultrasonic sensors are widely used in medical applications due to non-invasive nature of ultrasound. They are used to obtain information or create medical images based on the difference of acoustic impedance among tissue constituents. They can be used in a passive or active mode based on the preference for the generation of the energy source. However, commercial sensors are usually very expensive, while manufacturing them in the lab saves time and money.

Following, we would like to present a method to construct a small ultrasonic sensor originating from a small PVDF membrane. This type of sensor is currently used as a passive sensor to elucidate information in properties from melanoma cancer cells.

To obtain an ultrasonic response from a single cell, several key factors need to be applied in the building of an ultrasonic needle sensor. The elaboration of such a device requires understanding how the signal is generated by the active membrane, and how to amplify it as soon as possible once obtained.

We used a specially formulated PVDF material used in medical applications which presented itself with high pressure to the voltage conversion factor.

The details about the construction process of this device will be approached in the poster presentation.

M2534 **Avances en el desarrollo del Radiotelescopio Solar en la banda Ku** *Moisés Heredia Cándido(moisesherediac@gmail.com), Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad Morelia UNAM; Víctor Hugo De La Luz* (vdelaluz@enesmorelia.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Mario Rodríguez Martínez(mrodriguez@enesmorelia.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

Observar el Sol a diversas longitudes de onda nos permite identificar firmas en su espectro electromagnético las cuales son monitoreadas con fines de prevención y/o predicción de eventos eruptivos como EMC (Eyecciones de Masa Coronal) o fulguraciones solares. Estos fenómenos pueden provocar tormentas geomagnéticas, radio apagones o lluvias de partículas que afectan directamente a nuestra tecnología.

El Grupo interdisciplinario de Cómputo Científico de la ENES Morelia UNAM inició el proyecto para la construcción de un prototipo de un Radiotelescopio Solar mediante uso de componentes comerciales, que pretende abarcar frecuencias de una porción de la banda Ku (12 GHz). Las observaciones que se realicen a esta frecuencia permitirán el monitoreo de la emisión de la Cromosfera Solar.

El objetivo de este trabajo es mostrar la estructura general que tendrá el instrumento (antena, montura, receptor) y metodología que se seguirá, así como presentar los avances relacionados con el backend del radiotelescopio: calibración de los componentes y análisis de sensibilidad del arreglo preliminar.

M2756 **Implementación de una tarjeta de adquisición exprofeso para el estudio de rayos cósmicos** *Victor Manuel Acametitla López* (vic.acame@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; José Rubén Conde Sánchez(rconde@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Jorge Cotzomi Paleta(jcotzomi@yahoo.com.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Jóse Guadalupe Vázquez Luna(jvazquez@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*

Los rayos cósmicos son partículas interestelares de alta energía (de hasta $10^{20}$ eV) que viajan a velocidades cercanas a la de la luz. Los rayos cósmicos al interaccionar con la atmosfera terrestre provocan una lluvia de partículas que pueden ser registradas en detectores Cherenkov de agua (WCD). Las señales registradas de estos eventos son extremadamente rápidas $10^{-9}$s, por lo que es necesario electrónica ultra rápida. En este trabajo presentamos la operación, digitalización y tratamiento de señales adquiridas con una tarjeta FPGA Red Pitaya que trabaja con una frecuencia de muestreo de 125 Ms/s, resolución DAC de 14 bits y una velocidad de respuesta de salida de 200 V/$\mu$s.

M2079 **Control de temperatura de un diodo láser por medio de lógica difusa** *Cristian Morales Espinoza* (c.moralesespinosa@ugto.mx), Universidad de Guanajuato; Francisco David Gámez Pérez(fd.gamezperez@ugto.mx), Universidad de Guanajuato; Cristian Almanza Armenta(c.almanzaarmenta@ugto.mx), Universidad de Guanajuato; Everardo Vargas Rodríguez(evr@ugto.mx), Universidad de Guanajuato; Ana Dinora Guzmán Chávez(ad.guzman@ugto.mx), Universidad de Guanajuato; Mario Alberto García Ramírez(seario@gmail.com), Universidad de Guadalajara; *Expositor.*

En este trabajo se presenta el desarrollo e implementación de un controlador de temperatura con lógica difusa para un enfriador termoeléctrico (TEC), el cual permite mantener constante la temperatura de un diodo láser, con fluctuaciones muy bajas. Las etapas para el desarrollo del controlador abarcan desde el análisis del comportamiento físico del TEC, la implementación de dicho comportamiento a través de lógica difusa y su

evaluación en el desempeño que tiene en cuanto a velocidad, precisión y exactitud al momento de ajustarse a una temperatura específica. La etapa de lógica difusa fue basada en el método de inferencia de Mamdani, con el cual se obtuvo una ecuación que nos relaciona los cambios de corriente/voltaje dependiendo de la diferencia entre la temperatura objetivo y la temperatura real medida experimentalmente. El circuito controlador difuso está basado en un microcontrolador por lo que automáticamente realiza los ajustes en el nivel y la polaridad corriente/voltaje del TEC. Finalmente se demuestra que el controlador de temperatura propuesto es eficiente y de muy bajo costo, puesto que se implementó empleando componentes de bajo costo.

M2155 **Sensor Flexflorce Aplicado a la Rehabilitación de los Dedos de la Mano.** *Abi Daniela Eumaña Gutierrez* (abigutierrez9708@gmail.com), Benemérita universidad autónoma de Puebla; María Inés Teresa Pinto Rafael(mpinto@fcfm.buap.mx), Benemérita universidad autónoma de Puebla; Juan Castillo Mixcóatl(jcastill@fcfm.buap.mx), Benemérita universidad autónoma de Puebla; *Expositor.*

El propósito de este trabajo es reconocer las causas más frecuentes de discapacidad de la mano. En las terapias de rehabilitación de los dedos de la mano, se desarrollan ejercicios que implican algún esfuerzo y movimiento con el fin de mejorar ciertas funciones. Para su interpretación utilizamos un sensor FlexiForce A201, Se presentan resultados de las mediciones al sistema. Se diseñó un dispositivo electrónico para la adquisición de la señal de un dedo a la vez en movimiento de flexión. Así como un programa que detecte el sensor en la pantalla de la computadora.

M1940 **Desarrollo de un sistema embebido en FPGA para un Detector de Muones** *Ramón Acevedo Kado(acevedokado@gmail.com), Universidad Nacional Autónoma de México; Mauricio Alvarado Hernández(mauricio.alvarado@correo.nucleares.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Guy Paic(guypaic@nucleares.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Jehú López Aparicio(jehu@ciencias.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Miguel Enrique Patiño Salazar* (miguel.patino@nucleares.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Rubén Francisco Romero Aguado(rubenfcor@yahoo.com.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Carlos Rafael Vázquez Villamar(carlos.vazquez@correo.nucleares.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

La detección de partículas cargadas es la base de investigaciones experimentales en la física de partículas y en el estudio de partículas subatómicas de altas energías que provienen del espacio exterior denominadas rayos cósmicos. El trabajo presente tiene como meta construir un detector de rayos cósmicos para uso en aulas de escuelas preparatorias y universidades. Está versión mejorada del detector es la continuación de modelos anteriores basado en un sistema embebido en FPGA (Field Programmable Gate Array). El instrumento busca colocarse en esta nueva generación de detectores con el propósito de impulsar la enseñanza de la física experimental, la investigación y desarrollo de detectores de partículas en nuestro país

El detector de Muones consiste en dos módulos de centelleo, cada uno de ellos consta de un tubo fotomultiplicador acoplado a un plástico centellador, y dos módulos de electrónica rápida Front-End, los cuales, acondicionan la señal analógica del módulo centellador transformándola en una señal lógica, posteriormente se conexionan ambas señales en un circuito de coincidencia implementado dentro del sistema embebido en FPGA.

El sistema embebido en FPGA cuantifica las siguientes mediciones para el detector de muones. • Detección de muones en coincidencia entre dos plásticos centelladores, colocados en forma paralela uno sobre otro para la obtención de una curva Plateau o meseta de detección, tomando diferentes rangos en milivolts de umbral (threshold).

• La distribución angular de Muones en coincidencia con los módulos de centelleo separados en forma paralela y aumentando o disminuyendo el ángulo sólido en dirección cenital y variando su orientación desde 0° a 90°.

El detector de Muones tiene como propósito iniciar a los estudiantes a participar en experimentos científicos en condiciones semejantes a las que existen en laboratorios modernos de investigación como el CERN, el observatorio HAWC en La Sierra Negra (Puebla) o el observatorio Pierre Auger en Argentina por mencionar algunos. Además, el instrumento es compacto es de fácil transporte y de costo accesible.

Como resultado preliminar se obtuvo una curva Plateau del voltaje óptimo de operación de los fotomultiplicadores que se encuentra alrededor de un punto central de -860V que está dentro de un rango dinámico de altos voltajes entre -500V y -1100V con un threshold fijo, en el circuito discriminador, de -18mV. Para pruebas de estadística, el instrumento se programó en una medición de 30 eventos en coincidencia en un tiempo de 12 horas 30 min.

El instrumento es idóneo para la medición de una distribución angular de muones en coincidencia debido a su facilidad de uso en la mecánica de movimiento de 0° a 90° y a las prestaciones que ofrece el módulo con el sistema embebido en un FPGA.

M1905 **Diseño y construcción de un dispositivo de monitoreo médico mediante microcontrolador** *José Luis Del Río Valdés* (jluisdrv@unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Juan Carlos Velazquez Diaz(jcvd13@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Jesús Antonio Rosas Gutiérrez(jesusantonio@ciencias.unam.mx), Facultad*

*de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*
Se diseñó un dispositivo electrónico que permite medir la saturación de oxígeno en la sangre, el ritmo cardiaco y la temperatura de una persona, haciendo uso de diversos sensores y de una placa Arduino con microcontrolador Atmega. Este dispositivo está pensado para uso continuo en personas y en caso de niveles altos de temperatura y/o niveles bajos de saturación de oxígeno o frecuencia cardiaca muy alta o muy baja, se manda una alerta remota a una computadora o a un celular. Este dispositivo resulta muy económico y con fines de uso en casa. Se agradece a la Facultad de Ciencias de la UNAM el apoyo para la realización de este trabajo.

M2601 **Radio Observatorio Solar del Instituto de Geofísica** *Mauro Javier Bonilla Rosales* (mbonilla@igeofisica.unam.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; Alejandro Lara Sánchez(alara@igeofísica.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*
El radio observatorio solar (ROS) que encuentra ubicado dentro de las instalaciones de la Universidad Nacional Autónoma de México en el Instituto de Geofísica se encarga de realizar investigación científica y tecnológica en el área de la física solar y otras disciplinas afines. Los instrumentos que se encuentran en el observatorio son: El espectrómetro CALLISTO que es adecuado para la observación de los estallidos solares que ocurren en la longitud de onda métrica y decimétrica, en estas longitudes de onda es posible la emisión de la Corona Solar. El proyecto "Radio JOVE" es una actividad educativa e interactiva diseñada por la NASA que comprende estudios sobre las emisiones solares y de Jupiter. LAVnet monitorea la actividad solar por medio del estudio de la ionosfera Terrestre, usando las propiedades de propagación de las ondas VLF entre los 3 y los 30 KHz. Cuando la emisión ultravioleta solar varia, provoca un incremento o una reducción de la ionización de la región D ionosférica y la fase y amplitud de las ondas VLF que se propagan en la cavidad formada entre la tierra y la ionosfera se ven afectadas y registradas de esta forma por LAVNet. El Radio Interferómetro Solar es un instrumento muy preciso para el estudio de regiones activas en el Sol. Opera en una frecuencia central de 7.7GHz con un ancho de banda de 500MHz y es utilizado para el estudio de las ráfagas solares. En este trabajo presentamos las mejora que se han hecho recientemente a los instrumentos del ROS, su estatus actual y los planes futuros de mejora.

M2646 **Un espectrómetro compacto de precisión variable.** *Rubén Enrique Montero Franco* (enrique.franco1401@gmail.com), Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa; José Luis Hernández Pozos(jlhp@xanum.uam.mx), universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa; *Expositor.*
El uso de diodos láser es muy común en óptica y física atómica, donde es fundamental contar con una herramienta que nos permita analizar el modo y la longitud de onda de nuestro láser o fuente de luz, por esta razón en este proyecto nos concentramos en la construcción de un espectrómetro que sea compacto, de bajo costo y que pueda operar con diferentes rangos de precisión. Este instrumento básicamente esta formado por una rejilla de difracción, una lente esférica y un detector CCD, el cual consiste en un arreglo lineal de píxeles. Nuestro sistema fue calibrado comparandolo con un medidor de longitud de onda comercial, mostrando grandes ventajas por su fiabilidad, bajo costo y gran versatilidad. Los resultados muestran que este sistema puede operar con una precisión del orden de las decenas de picómetros y hasta, aproximadamente, un picómetro. Esta versatilidad nos permite variar el intervalo de medición, el cual va desde unos cuantos nanómetros hasta decenas nanómetros. Instrumentos de este tipo son de gran importancia en áreas de investigación donde el uso de láseres y el conocimiento con alta precisión de su longitud de onda es fundamental tales como experimentos con átomos fríos.

M2298 **Aislamiento sísmico para el divisor de haz y los espejos de reciclaje de señal del detector interferométrico de ondas gravitacionales KAGRA** *Fabián Erasmo Peña Arellano* (fabian@icrr.u-tokyo.ac.jp), Instutito de Investigaciones en Rayos Cósmicos, Universidad de Tokio.; *Expositor.*
KAGRA es un detector interferométrico subterráneo de ondas gravitacionales que actualmente se encuentra en proceso de puesta en marcha en las montañas de la comunidad de Kamioka en la Prefectura de Gifu en Japón. Su objetivo es detectar ondas gravitacionales producidas por sucesos astronómicos que incluyen el colapso de supernovas y la colisión de pares de objetos masivos como lo son agujeros negros y estrellas de neutrones. Como lo demuestra la primera detección por parte de LIGO, este tipo de medición requiere una sensibilidad a desplazamientos de las masas de prueba del orden de $10^{-18}$ metros para ciertos eventos astronómicos. Tal objetivo solamente se puede lograr utilizando sistemas de aislamiento sísmico de alto rendimiento para los componentes ópticos principales. En KAGRA se emplean tres tipos de sistemas de aislamiento sísmico. La suspensión Tipo-B se utiliza para el divisor de haz y para los espejos de la cavidad óptica de reciclaje de señal. Esta suspensión incluye la carga útil, tres amortiguadores anti-resorte geométricos para aislamiento vertical y un péndulo invertido para aislamiento horizontal. La carga útil incluye el espejo, la Masa Intermedia y sus respectivas Masas de Reacción. La Masa Intermedia se utiliza para controlar la orientación del espejo a modo de marioneta y las Masas de Reacción sostienen sensores de desplazamiento y actuadores magnéticos que se utilizan para amortiguar las resonancias mecánicas de la suspensión misma. Se utiliza

también una palanca óptica para medir la orientación y posición del espejo desde el suelo. En esta presentación se describe la anatomía de la suspensión y se reporta su desempeño a bajas frecuencias, régimen en donde se requiere estabilidad para que el sistema de control del interferómetro pueda producir con los espejos una cavidad en resonancia óptica y pueda mantener esa condición por tiempos prolongados.

M2538 **Caracterización de la respuesta de sensores de microbalanza de cristal de cuarzo medidos en un sistema dinámico en función del espesor de la película sensible.** *Miguel Angel Moreno Acosta* (mmorenoacosta95@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; David Silva Apango(ddsilvaa06@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Juan Castillo Mixcóatl(juan.castillo@correo.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Georgina Beltrán Pérez(gbeltran@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Víctor Manuel Altúzar Aguilar(valtuzar@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Severino Muñoz Aguirre(smunoz@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*
En el presente trabajo se analizaron las respuestas de sensores de gas a base de microbalanza de cristal de cuarzo (QCM) los cuales nos permiten la detección y reconocimiento de compuestos orgánicos volátiles. Los QCM funcionan bajo el efecto piezoeléctrico y su respuesta se genera por un cambio en su frecuencia de resonancia producido por la adherencia de partículas de gas a una película sensible (efecto de carga de masa). El objetivo es caracterizar la respuesta de estos sensores en función del espesor estimado de la película sensible. La película sensible se deposita por el método de drop casting, el cual tiene una baja reproducibilidad en su fabricación pero es muy fácil de implementar. En este trabajo se experimentó con 4 sensores variando el espesor de la película sensible de etil celulosa los cuales fueron expuestos a etanol, también se analizaron las respuestas de los sensores bajo condiciones controladas de temperatura y humedad. Se encontró un comportamiento lineal entre el espesor de la película sensible y la respuesta de los sensores. Por último, se determinó una ecuación que describe el comportamiento de la respuesta de los sensores en función de la concentración y el espesor de la película sensible.

M2504 **Automatización del método de depósito drop casting de películas sensibles poliméricas sobre una micro balanza de cristal.** *Alexis Iván Bravo Sánchez* (alexis_bs18@hotmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Juan Castillo Mixcóatl(jcastill@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Georgina Beltrán Pérez(gbeltran@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Víctor Manuel Altúzar Aguilar(valtuzar@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Severino Muñoz Aguirre(smunoz@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*
Las narices electrónicas creadas a partir de sensores de gas, como aquellos basados en micro balanzas de cristal de cuarzo (QCM) con una película sensible depositada sobre su electrodo, pueden realizar la detección de Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs) altamente peligrosos sin presentar una fatiga a diferencia del ser humano. La fabricación de estos sensores se puede realizar mediante el método de drop casting, el cual es un método de depósito de películas sensibles y tiene entre sus ventajas el ser muy fácil de implementar y muy económico. Sin embargo, el porcentaje de repetibilidad de este método es muy bajo, por lo que se requiere un proceso de automatización. Se busca con este proceso mejorar los resultados en la caracterización de sensores, ya que se desea tener un control sobre el tipo de película sensible que se requiere para cada COV. Se fabricó un sistema de depósito automatizado combinando una pipeta con graduación en micro litros y una base para el QCM. Ambas piezas son operadas por un actuador lineal con un servomotor y el usuario puede controlar el proceso mediante una interfaz gráfica. Como resultados preliminares en sensores fabricados, se obtuvo un promedio de espesor de 0.149 µm y una diferencia de espesor de 0.03 µm entre cada sensor.

M2410 **Construcción y caracterización de sensores de gas** *Edy Flores Flores* (edy_ff@yahoo.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla - Preparatoria Emiliano Zapata; José Eladio Flores Mena(jefloresmena@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla - Facultad de Ciencias de la Electrónica; Severino Muñoz Aguirre(smunoz@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla - Facultad de Físico Matemáticas; Narcizo Muñoz Aguirre(nmunoz@ipn.mx), Instituto Politécnico Nacional; Azucena López Cacique(a_lo1208@yahoo.com.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla - Preparatoria Emiliano Zapata; *Expositor.*
Un sensor es un dispositivo que responde a un estímulo físico (como calor, luz, presión) transformándolo en otra magnitud, normalmente eléctrica, que seamos capaces de manipular. Por ejemplo, los arreglos de sensores de gas, denominados narices electrónicas, son dispositivos que indican la presencia del algún gas específico, los cuales son usados para prevenir la exposición a gases tóxicos. Existen diferentes sensores de gas como los electroquímicos, los de óxido metálico semiconductor, los piezoeléctricos (QCM microbalanzas de cristal de cuarzo), etc. Algunos de estos sensores tienen una respuesta lenta, manufactura costosa o simplemente son poco selectivos. En la actualidad los sensores de gas no son solamente usados para clasificaciones de aromas, sino también para la detección de olores. De ahí su importancia y utilización en la agroindustria, medio ambiente, seguridad, medicina,

entre otras. La aplicación de las tecnologías de los sensores convencionales a la detección de olores ha tenido hasta ahora un éxito limitado: los sensores de gases tienden a ser más delicados que otro tipo de sensores. Por esta razón se requiere desarrollar nuevos tipos de sensores, buscar nuevas películas sensibles y caracterizar los mecanismos físicos que intervienen en la respuesta. En este trabajo presentamos sensores de gas realizados con rezonadores de cuarzo (QCM). Su diseño consta de un material piezoeléctrico sometido a oscilación. La respuesta de estos dispositivos se presenta como cambios en su frecuencia de resonancia o frecuencia base que depende de las variaciones de masa de la especie química a detectar con el recubrimiento presente en la fase detectora del sensor. También presentamos la caracterización de dichos sensores usando diferentes espesores de película sensible con diferentes concentraciones de alcohol para así determinar el sensor que cumpla mejor con los requisitos de un sensor de gas.

M2182 **Estudio del comportamiento de un sistema de 2 sensores de gas QCM-película polimérica bajo condiciones de humedad relativa, temperatura y concentraciones de gas de etanol y etil acetato.** *Marcos Rodríguez Torres* (rodrigueztorresmarcos@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Víctor Manuel Altúzar Aguilar(valtuzar@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Juan Castillo Mixcóatl(jcastill@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Georgina Béltran Pérez(gbeltran@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Severino Muñoz Aguirre(smunoz@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*
En años recientes con el desarrollo del internet de las cosas se ha logrado integrar la tecnología de los sensores de gas aplicada a los hogares, industria y ambiente para el monitoreo y detección de compuestos orgánicos volátiles (COV). En la detección de los diferentes gases de COV son variadas las técnicas y dispositivos que se emplean, uno de estos dispositivos son las microbalanzas de cristal de cuarzo (QCM) con electrodos recubiertos de películas poliméricas sensibles para construir un arreglo de sensores capaz de discriminar diferentes tipos de COV. En este trabajo se ha caracterizado un sistema de 2 sensores QCM con películas sensibles de etil celulosa (EC) y polimetilmetacrilato (PMMA) cuando son expuestos a gas de etanol (0-6000 ppm) y etil acetato (0-4000 ppm), bajo tres condiciones de humedad relativa (HR) del 20%, 30% y 40% y a 2 diferentes temperaturas (T) de 20 °C y 25 °C. Nuestros resultados muestran un comportamiento lineal de la respuesta del arreglo de sensores ($\Delta f$) bajo los parámetros de concentración (C), HR y T con coeficientes de correlación por encima del 0.95. Además, los datos experimentales fueron ajustados a la ecuación de un plano con la forma $\Delta f = aC + bHR$ con T constante. Los planos obtenidos muestran que $\Delta f$ decrece de un 12% a 24% cuando la HR cambia de 20 % a 40% para T constante, mientras que $\Delta f$ decrece un 17 % cuando HR es constante. El análisis de discriminantes a las respuestas del arreglo indica que los gases de etanol y etil acetato pueden ser discriminados en un 41.67 % y 58.33 %, respectivamente. Estos resultados muestran que se requiere aun de otra película sensible para mejorar el porcentaje de discriminación.

M2464 **Trabajos de Digitalización del Radiotelescopio MEXART del LANCE: nuevas cadenas de filtrado RF y amplificación.** *Pablo Villanueva Hernández* (pablo@geofisica.unam.mx), Laboratorio Nacional de Clima Espacia, lnstituto de Geofisica Unidad Michoaca, UNAM; Ernesto Andrade Mascote(emascote@igeofisica.unam.mx), Laboratorio Nacional de Clima Espacia, lnstituto de Geofisica Unidad Michoaca, UNAM; Adan Espinoza Jimenez(adan.espinosa.jimenez@gmail.com), Laboratorio Nacional de Clima Espacia, lnstituto de Geofisica Unidad Michoaca, UNAM; Juan Americo Gonzalez Esparza(americo@igeofisica.unam.mx), Laboratorio Nacional de Clima Espacia, lnstituto de Geofisica Unidad Michoaca, UNAMç; Ernesto Aguilar Rodríguez(ernesto@igeofisica.unam.mx), Laboratorio Nacional de Clima Espacia, lnstituto de Geofisica Unidad Michoaca, UNAM; Juan Luis Godoy(jlgodoyh@gmail.com), Laboratorio Nacional de Clima Espacia, lnstituto de Geofisica Unidad Michoaca, UNAM; Julio Cesar Mejia Ambriz(jcmejia@geofisica.unam.mx), Laboratorio Nacional de Clima Espacia, lnstituto de Geofisica Unidad Michoaca, UNAM; *Expositor.*
El Radiotelescopio de Centelleo Interplanetario de Coeneo Michocán (MEXART por sus siglas en inglés Mexican Array Radiotelescope) es un arreglo de gran área. Es un arreglo de 4096 dipolos y es manejado por el Laboratorio Nacional de Clima espacial (LANCE) para estudios de clima espacial. Desde su inauguración en 2005 el MEXART tenia un Back-end analógico el cual comprendía una Matriz de Butler (MB) analógica, una tarjeta adquisidora de National Instrument y una pc para guardar los datos. Este sistema funcionó bien pero tenía problemas de interferencias en los datos y fallas debidas al desgaste de los componentes, por lo que se planteó una actulización al sistema de formación de haces y recolección de datos. Para esto se planteo un sistema digital el cual consta de 2 tarjetas FPGA para la formación de haces y digitalización de datos. Este nuevo sistema necesito también que se replanteara el sistema de filtrado, los cuales se cambiaron los filtros pasa-bandas, por filtros NOTCH y se diseño un nuevo sistema de amplificación.

***Astrofísica***
***Streaming***

12:00 - 13:00 **A definitive test of the cold dark matter model: no ifs or buts** *Carlos S. Frenk* (c.s.frenk@durham.ac.uk), Institute for Computational Cosmology, Physics Department, Durham University; *Expositor.*
The "Lambda cold dark matter" (LCDM) cosmological model is one of the great achievements in Physics of the past thirty years. Theoretical predictions formulated in the 1980s turned out to agree remarkably well with measurements, performed decades later, of the galaxy distribution and the temperature structure of the cosmic microwave background radiation. Yet, these successes do not inform us directly about the nature of the dark matter. Indeed, there are competing (and controversial) claims that the dark matter may have already been discovered, either through the annihilation of cold, or the decay of warm, dark matter particles. In astrophysics the identity of the dark matter manifests itself clearly on subgalactic scales, including the dwarf satellite galaxies of the Milky Way and especially less massive dark matter halos, too small to have made a galaxy. I will discuss predictions from cosmological simulations assuming cold and warm (in the form of sterile neutrinos) dark matter and show how forthcoming astronomical observations can conclusively distinguish between the two.

***Física Nuclear***
***Streaming***

13:00 - 14:00 **Física fundamental con neutrones** *Libertad Barrón Palos* (libertad@fisica.unam.mx), IF UNAM; *Expositor.*
Los neutrones de baja energía son en la actualidad los protagonistas de diversos experimentos de alta precisión que se llevan a cabo en varios laboratorios del mundo y que buscan resolver algunas de las cuestiones más enigmáticas de la física contemporánea, como son el origen de la asimetría materia-antimateria en el universo y la naturaleza de la materia oscura, entre otras. En esta charla se hará una revisión sobre los temas de mayor interés dentro de la física fundamental con neutrones.

***Enseñanza***
***Sala uno***

16:00 - 16:30 **Visualización de sistemas moleculares tridimensionales en Realidad Virtual para la investigación y la educación** *Walter Andre Rosales Reyes* (walt22r@outlook.com), Universidad Nacional Autónoma deMéxico; Eric Mauricio Rivera Muñoz(emrivera@fata.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Beatriz Marcela Millán Malo(bmillan@fata.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*
La representación de los modelos moleculares en la investigación de la estructura de la materia ha recorrido una gran diversidad de métodos y técnicas a lo largo de la historia, mismas que han ido evolucionando de acuerdo a las herramientas propias del investigador y de la época. Pero invariablemente, la investigación conlleva la realización de un modelo real en tres dimensiones que ayude a la comprensión de la estructura molecular tanto durante el proceso mismo de la investigación como en el modelo final para su publicación. En las últimas décadas, las imágenes digitales por computadora han sido la herramienta fundamental ya que poseen el formato propio de transmisión de la información, además de la alta precisión alcanzada en las posiciones atómicas que provienen directamente de cálculos computacionales. No obstante, tienen la limitante de que siguen siendo imágenes en dos dimensiones y su visualización puede llegar a ser difícil si se trata de estructuras complejas. En este trabajo presentamos el desarrollo de un software diseñado para la visualización de estructuras moleculares en un ambiente de realidad virtual (RV) que tiene la ventaja de que el usuario puede estar inmerso en la estructura tridimensional. El software se desarrolló en la plataforma de Unity y los modelos se generan mediante Blender, ambos de acceso gratuito. La inmersión al ambiente de RV se hace mediante el uso de un casco Oculus Rift®. Para generar los modelos moleculares se introducen las coordenadas atómicas como las que se encuentran en bases de datos tales como el Protein Data Bank (PDB) o Powder Diffraction File (PDF4, del ICDD) para estructuras cristalinas, aunque también se pueden generar a partir de datos provenientes de una simulación molecular personal. El software desarrollado incluye la posibilidad de conversión de los formatos reportados a la aplicación de RV, en la cual el usuario puede interactuar con la estructura molecular.

16:30 - 16:45 **Jornada por la ciencia: una iniciativa para atraer más mujeres a la ciencia** *Liliana Michelle Ramos Regino* (michelle18ramos@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Leticia García Solano(pedagogalety2010@gmail.com), Universidad Nacional Autónoma de México; Lilia Meza Montes(lilia@ifuap.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*
Durante el 2019 en el estado de Puebla se realizaron las Jornadas por la Ciencia con el objetivo de fomentar

vocaciones científicas en las licenciaturas que conforman el área STEM (Ciencia, Tecnología, Ingenierías y Matemáticas por sus siglas en inglés), durante las cuales se visitó cuatro escuelas de nivel medio superior en el mismo estado. Cada jornada consistía en ofrecer al alumnado en primera instancia una conferencia aproximadamente de una hora, a cargo de una científica, en donde abordaría la importancia del conocimiento científico de su área a partir de su experiencia, con el ánimo de motivar a quien la escuchara a interesarse por la ciencia. Después de eso el cuerpo estudiantil participaba en una serie de experimentos científicos, mismos que estuvieron conducidos en mayor medida por mujeres estudiantes de nivel superior, esto con la intención de visibilizar que las mujeres también hacen ciencia y ésta puede ser lúdica y apasionante. La razón principal para hacer esta investigación fue que los antecedentes escolares previos a la educación superior pueden llegar a ser determinantes en la decisión final de las y los estudiantes a la hora de elegir una licenciatura, por lo que el impacto de estas jornadas podría atraer a más estudiantes al área STEM, sobre todo a mujeres, ya que esta es una investigación con perspectiva de género. Para evaluar dicho impacto se elaboraron tres cuestionarios, uno pre y otro post a las jornadas descritas anteriormente, que se aplicaron al estudiantado, el tercero se aplicó a los responsables de los experimentos presentados en las jornadas; también se realizó una entrevista grupal semiestructurada que se aplicó al final de la actividad, a un grupo de estudiantes mujeres. Entre los resultados más destacados se pueden mencionar que: a) la mayoría del estudiantado carece de referentes en cuanto a los aportes de las mujeres a la ciencia, b) después de que el alumnado tiene la experiencia de la Jornada de la Ciencia, cambia su percepción de que la ciencia es aburrida y sólo para personas inteligentes, c) las mujeres hacen ciencia y d) incluir la perspectiva de género en la divulgación permite que un mayor número de estudiantes se vean motivadas a estudiar una carrera científica.

16:45 - 17:00 **Exámenes Experimentales, propuesta de trabajo para los alumnos de sexto grado de preparatoria en la materia de Física IV**
*Miguel Cuauhtli Martínez Guerrero* (cuauhtli.86@hotmail.com), Preparatoria de la Universidad La Salle Unidad Santa Teresa; Jorge Montoya Zarate(j.montoya@lasallistas.org.mx), Preparatoria de la Universidad La Salle Unidad Santa Teresa; Perla Karina Peña Prado(perla.pena@lasallistas.org.mx), Preparatoria de la Universidad La Salle Unidad Santa Teresa; *Expositor.*
La metodología denominada Exámenes Experimentales, permite situar al alumno en el papel de un científico que se enfrenta a la realidad de obtener los datos que le permitan responder una pregunta para corroborar una hipótesis, y comunicar sus resultados por escrito en un lenguaje formal, mediante un miniartículo experimental constituido por: título, autores, resumen, palabras clave, introducción, resultados, análisis de resultados, conclusiones y referencias. Esto, en un entorno digital apoyado por los dispositivos móviles de los estudiantes [1]. Esta metodología, está inspirada en uno de los proyectos de divulgación científica más importantes de nuestro país: la Olimpiada Nacional de Física, organizada por la Sociedad Mexicana de Física [2].En este sentido, después de analizar el material disponible en la página oficial de la Olimpiada Nacional de Física [3], se diseñaron ocho exámenes experimentales para los alumnos de sexto grado área I, inscritos en la materia de Física IV en la preparatoria de la Universidad La Salle Unidad Santa Teresa. Esta forma de trabajo mantiene a los alumnos altamente motivados y en buena parte es responsables de que, al cierre del segundo semestre del año escolar, más del 80% de estudiantes tengan un desempeño que les permita sustentar una calificación promedio de excelencia, mayor o igual a nueve en la asignatura [4]. Los positivos resultados al utilizar la metodología de los exámenes experimentales concuerdan con los resultados reportados en la investigación en neurociencias, donde se reconoce el impacto que genera la experiencia en los jóvenes para el aprendizaje [4]. Además, esta metodología tuvo una consecuencia imprevista, aunque también positiva, ante la actual contingencia sanitaria por el coronavirus COVID-19. El cuidadoso diseño de los exámenes experimentales (selección de material, preguntas a resolver y cálculos a realizar) permite que los estudiantes los realicen incluso desde casa y compartan sus resultados utilizando sus propios dispositivos móviles. De esta forma, estos exámenes permiten mantener la esencia del trabajo en laboratorio, lo cual es fundamental para una materia como Física, a pesar de la actual contingencia sanitaria. [1] Basantes, V. et al. (2017). Los Dispositivos Móviles en el Proceso de Aprendizaje de la Facultad de Educación Ciencia y Tecnología de la Universidad Técnica del Norte de Ecuador. Revista Formación Universitaria. Vol. 12. No. 2. pp. 79-88. [2] SMF (2019). Examen experimental - Olimpiada Nacional de Física 2019. Sociedad Mexicana de Física. Disponible en: https://www.youtube.com/watch?v=-ldMChogNvZYandfeature=youtu.be [3] SMF (2019). Olimpiada Nacional de Física. Blog de Difusión. Disponible en: https://ernest omataplata.me/ciencia /olimpiada-nacional-fisica/ [4] Lázaro, C. y Mateos, S. (2018). Neurodidáctica en el aula: transformando la educación. Revista Iberoamericana de Educación. Vol. 78, No. 1, pp. 78.

17:00 - 17:30 **Monito Científico presenta: Las Figuras de Lissajous.** *David García Gudiño* (davisggn@ciencias.unam.mx), Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Ciudad de México y Monito Científico.; Danai García Gudiño(danai84@hotmail.com), Monito Científico; *Expositor.*

El Monito Científico es un proyecto de divulgación científica, el cual nació del gusto y la necesidad de acercar al público en general a la ciencia. En este proyecto nos hemos dado a la tarea de realizar algunas demostraciones de diversos experimentos en Física, explicando los fenómenos que están detrás y tratando de hacerlo de una manera amigable para que la gente, desde los más pequeños hasta gente adulta, los pueda comprender.
En esta ocasión nos hemos dado a la tarea de hacer un montaje experimental para producir diversas figuras de Lissajous. Como se sabe, las figuras de Lissajous nacen de la superposición de dos movimientos armónicos simples en direcciones perpendiculares; que pueden ir desde el caso simple de una línea recta, hasta figuras poco predecibles, pasando por círculos y/o parábolas.
Dichas figuras son muy sensibles al cociente de las frecuencias de los dos movimientos armónicos, de hecho se puede demostrar que si esta razón es un número racional la trayectoria que sigue la partícula es cerrada (es decir, después de un cierto tiempo volverá a pasar por el punto inicial y repetirá lo ya recorrido). Por otro lado, si la razón es un número irracional, la trayectoria será abierta.
Para nuestra demostración hemos construido un péndulo modificado, de manera que si se mueve en una dirección se tenga una frecuencia de oscilación y si se mueve en la dirección perpendicular se tenga otra. Nuestro péndulo está diseñado para poder pintar la trayectoria que recorre, de manera que al hacerlo oscilar nos permitirá ir trazando la curva de Lissajous. Además podemos variar la razón de las frecuencias antes mencionada y esto nos permite obtener con un mismo arreglo muchas de las curvas deseadas.
El motivo principal de este trabajo es mostrar que muchos experimentos están al alcance de todos y que se pueden realizar con poco material, de bajo costo. Además, el resultado de este trabajo contiene una parte artística, lo que permite que un rango más amplio de gente se acerque al mismo y pueda interesarse en temas científicos.

17:30 - 17:45 **El aprendizaje basado en retos en la enseñanza de la física** *Rubén Darío Santiago Acosta* (ruben.dario@tec.mx), Tecnológico de Monterrey, Campus Estado de México; Ernesto Manuel Hernández Cooper(emcooper@tec.mx), Tecnológico de Monterrey, Campus Estado de México; Antonio Hernández Medina(amedina@tec.mx), Tecnológico de Monterrey, Campus Estado de México; *Expositor.*
En este trabajo se presenta la metodología de enseñanza basada en retos aplicada a diferentes cursos de física básica para estudiantes de ingeniería. Algunos retos que serán analizados son piño-cremallera, fugas de agua, máquina de calor, y motor lineal magnético. La metodología incluye la construcción de dispositivos y el desarrollo de modelos computacionales para el análisis del funcionamiento del dispositivo. En la parte final se discutirá los conocimientos y competencias desarrolladas por cerca de 250 estudiantes que participaron en la experiencia educativa.

17:45 - 18:00 **Uso de la plataforma TEAMS para organizar una clase de física universitaria a distancia. Experiencias en tiempos de contingencia sanitaria.** *Claudia Mónica López León* (claudia.lopez@upslp.edu.mx), Universidad Politécnica de San Luis Potosí; Martín Hernández Sustaita(martin.hernandez@upslp.edu.mx), Universidad Politécnica de San Luis Potosí; *Expositor.*
El año 2020 ha sido un parteaguas para el sistema educativo mexicano. A partir del mes de marzo, los profesores de diferentes niveles educativos y sin importar que fuéramos migrantes o nativos digitales, nos enfrentamos al reto de dar continuidad a distancia de los cursos que impartíamos en las aulas por la presencia del virus SARS-CoV-2 a nivel mundial. Este trabajo describe las experiencias que se generaron al usar la plataforma Microsoft TEAMS para impartir el curso de Introducción a la Física para nivel superior, dentro de la Universidad Politécnica de San Luis Potosí. Los profesores de ciencias de la institución, somos principalmente posgraduados en ciencias y materiales, con amplio dominio de los contenidos y familiarizados con el uso de software especializado; sin embargo, los cursos en las aulas seguían dependiendo principalmente del uso del pizarrón blanco, presentaciones de PowerPoint y ocasionalmente el uso de las redes sociales. En menor medida, usábamos la plataforma Blackboard, para el registro de la evaluación del trabajo colegiado. La selección de la plataforma TEAMS se derivó de la capacitación, donde los profesores tuvimos la oportunidad de aprender a utilizar este software para organizar el curso. Lo que distinguió a esta plataforma por encima de otras, fue que en ella se podían impartir clases en línea, que quedaban grabadas automáticamente en la nube para los estudiantes. Además, se usó el programa Whiteboard, para generar material didáctico mientras se impartía la clase en línea. De la experiencia adquirida se desprenden las siguientes observaciones: TEAMS permitió organizar el curso y al mismo tiempo medir la actividad e involucramiento de los estudiantes. El chat de TEAMS no logró sustituir a WhatsApp, por el bajo consumo de datos. Como limitante, esta plataforma requirió, en profesores y estudiantes, el incremento de las capacidades de cómputo y/o de la velocidad de internet. La percepción generalizada fue que no estábamos preparados para interactuar a distancia. La audiencia diaria en las clases virtuales fue limitada; sólo alrededor del 50% de los estudiantes se conectaba y no siempre eran los mismos. Por ello, la grabación de las clases tomó gran relevancia, para ofrecer material que facilitara el autoaprendizaje. Las videollamadas de TEAMS se enriquecieron con el uso de software, tal fue el caso de Excel, PHET y Whiteboard, entre otros; esto tenía el inconveniente de requerimientos altos de memoria RAM, que provocaban ocasionalmente la interrupción de las clases, con un efecto negativo en la concentración. El cumplimiento de tareas asignadas fue de aproximadamente el 60%. La deserción fue del

17%. El 66% de ellos manifestó como causas de deserción: sentir ansiedad, baja adaptabilidad a los cursos virtuales y necesidad de trabajar. En conclusión, se recomienda el uso de esta plataforma para generar un aula virtual organizada y rica en material didáctico para la educación a distancia y presencial.

***Dinámica de Fluidos***
***Streaming***

18:00 - 19:00 **Cavitation in Medicine** *Christopher Earls Brennen* (brennen@caltech.edu), California Institute of Technology; *Expositor.*
We generally think of bubbles as benign and harmless and yet they can manifest the most remarkable range of physical effects. Some of those effects are the stuff of our everyday experience as in the tinkling of a brook or the sounds of breaking waves at the beach. But even these mundane effects are examples of the ability of bubbles to gather, focus and radiate energy (acoustic energy in the above examples). In other contexts that focusing of energy can lead to serious technological problems as when cavitation bubbles eat great holes through ships' propeller blades or cause a threat to the integrity of the spillways at the Hoover Dam. In liquid-propelled rocket engines bubbles pose a danger to the stability of the propulsion system and in artificial heart valves they can cause serious damage to the red-blood cells. In perhaps the most extraordinary example of energy focusing, collapsing cavitation bubbles can emit not only sound but also light with black body radiation temperatures equal to that of the sun. But, harnessed carefully, this almost unique ability to focus energy can also be put to remarkably constructive use. Cavitation bubbles are now used in a remarkable range of surgical and medical procedures, for example to emulsify tissue (most commonly in cataract surgery or in lithotripsy procedures for the reduction of kidney and gall stones) or to manipulate the DNA in individual cells. By creating cavitation bubbles non-invasively thereby depositing and focusing energy non-intrusively, one can generate minute incisions or target cancer cells. Research is also underway on using cavitation bubbles to inject medication or replacement DNA into cells. This lecture will begin by briefly reviewing the history of cavitation phenomena and will end with a vision of the new horizons for the amazing cavitation bubble.

***Astrofísica***
***Sala uno***

8:30 - 9:00 **Assembling inner Galactic globular clusters through orbital criteria** *María De Los Angeles Pérez Villegas* (angelespv@gmail.com), Universidade de São Paulo, Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciencias Atmosféricas, Brazil, y Instituto de Astronomía, UNAM, Campus Ensenada; *Expositor.*
Globular Clusters (GCs) play a key role in the understanding of the early chemical and dynamical evolution of our Galaxy because they are the most ancient stellar systems. Around 40% of GCs are placed within 4 kpc from the Galactic center. In that region, all Galactic components overlap, making their disentanglement a challenging task. With Gaia DR2, we have accurate absolute proper motions (PMs) for the sample of known GCs that have been associated with the bulge/bar region. Combining PMs, distances, and radial velocities, we performed an orbital analysis of this GC sample, employing a steady Galactic potential with bar. Applying a clustering algorithm on the dynamical properties such as the apogalactic distance and the maximum vertical excursion from the plane, we were able to identify the GCs that belong to the bulge/bar, thick disk, inner halo and outer halo component. Additionally, we found that a small fraction of the identified bulge GCs is supporting the galactic bar.

***COVID-19***
***Sala seis***

8:30 - 9:00 **Impacto de las Medidas de Control en la evolución del brote COVID-19** *Rosa Maria Vargas Magaña(rosammaria@gmail.com), Universidad de Edimburgo; Sebastien Fromenteau(sfroment@icf.unam.mx), Instituto de Ciencias Fisicas; Mariana Vargas* (mmarianav@gmail.com), Instituto de Fisica; *Expositor.*
Presentamos un análisis basado en un modelo matemático ampliamente utilizado en el estudio de epidemias con el objetivo de comprender cuantitativamente los efectos de los medidas de mitigación adoptados en diferentes países para disminuir la tasa de contacto de COVID-19. Las medidas de control han variado tanto en la escala de severidad como en la temporalidad frente al brote epidémico en cada país. Estas variaciones en las medidas de control producen un efecto diferenciado en la evolución de la tasa de contagio que se puede medir con la metodología que desarrollamos que denominamos "ajustes SIR dinámicos data-driven". Es importante resaltar que en este trabajo analizamos diversos escenarios del binomio medidas de control impuestas y los efectos producidos en la evolución del brote epidémico de cada país lo que en conjunto nos permite concluir que la implementación oportuna o muy tardía de algunas de las medidas de control establecidas tanto por los gobiernos tienen un impacto en la evolución, la intensidad y la duración del brote epidémico.

***Dinámica de Fluidos***
***Sala cinco***

8:30 - 9:00 **Vibración inducida por vórtices de un cilindro en pivote a bajo número de Reynolds: física fundamental para aplicaciones en energía renovable** *Juan Carlos Cajas García* (jc_cajas@ciencias.unam.mx), Escuela Nacional de Estudios Superiores, Unidad Mérida. Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*
La interacción entre fluidos y estructuras da lugar a fascinantes fenómenos que han despertado la curiosidad y el interés de la comunidad científica por décadas. Desde las vibraciones de los cables del alumbrado público, hasta la destrucción del puente de Tacoma, los increíbles efectos de la vibración inducida por vórtices han sido objeto de estudio a múltiple escala y con diversos propósitos. En los últimos años, se han dearrollado dispositivos generadores de energía que confían en las propiedades de la VIV. Uno de los más recientes y creativos es el que ha motivado la presente investigación, donde un cilindro en pivote con una montura elástica que está dentro del flujo de un fluido vibra por desprendimiento de vórtices para generar energía eléctrica.
Se presenta el modelo matemático utilizado para describir la interacción fluido-estructura del sistema y los resultados obtenidos en las trayectorias seguidas por el cilindro, las amplitudes máximas de oscilación, las fuerzas hidrodinámicas, la estructura de la estela y detalles del proceso de desprendimiento de vórtices. Se resaltarán semejanzas con el sistema clásico del cilindro montado elásticamente con uno y dos grados de libertad que sugieren interesantes líneas de investigación.
Es notable que este sistema es lo suficientemente complejo para presentar todas las propiedades físicas relevantes de sistemas complejos de interacción fluido-estructura en general y lo suficientemente sencillo para permitir el estudio de algunas de sus características desde una perspectiva casi analítica. Lo que lo convierte en un excelente caso de análisis.

***Estado Sólido***
***Sala dos***

8:30 - 9:00 **Fabricación de nanocolumnas por sputtering: fundamentos y aplicaciones en medicina, energía y el sector aeroespacial.** *José Miguel García-Martín* (josemiguel.garcia.martin@csic.es), Instituto de Micro y Nanotecnología, IMN-CNM, CSIC Isaac Newton 8, 28760 Tres Cantos, Madrid, Spain; *Expositor.*

En esta conferencia, mostraré cómo se fabrican arreglos de nanocolumnas (nanocolumn arrays) mediante pulverización catódica de tipo magnetrón (magnetron sputtering) empleando configuración de ángulo rasante (GLAD, por las siglas de Glancing Angle Deposition). Como el proceso se realiza a temperatura ambiente en un solo paso y sin involucrar productos químicos (el único residuo es gas argón, que puede evacuarse al exterior), es una técnica energéticamente eficiente y respetuosa con el medio ambiente. Veremos que la formación de nanocolumnas es el resultado del sombreado atómico cuando los átomos alcanzan la superficie con una distribución de momento altamente direccional, y posibles procesos hipertérmicos asociados a su alta energía cinética. Dependiendo de varios parámetros (como la presión del gas, el ángulo de inclinación del sustrato y su posible rotación), la estructura nanocolumnar puede controlarse, dando lugar a diferentes morfologías [1-6]. Además, hemos demostrado que esta metodología puede escalarse a grandes superficies, por lo que se podría emplear para la producción industrial de recubrimientos nanoestructurados [7].

Mostraré varias aplicaciones que hemos demostrado recientemente de estos sistemas nanocolumnares. En medicina, como recubrimientos antibacterianos para implantes ortopédicos [7-9], como sustratos para identificación de biomoléculas mediante SERS [10] y como electrodos para estimulación celular [11]. En energía, como recubrimientos de metal negro en el visible [5] y como electrodos nanoestructurados para células solares de perovskita [12]. Por último, en el sector aeroespacial, como recubrimientos para impedir el efecto multipactor [13].

Referencias:

[1] J.M. García-Martín et al., Appl. Phys. Lett. 97, 173103 (2010) [2] R. Alvarez et al., Nanotechnology 24, 045604 (2013). [3] R. Alvarez et al., Plasma Process. Polym. 11, 571 (2014). [4] R. Alvarez et al., J. Phys. D: Appl. Phys. 49, 045303 (2016). [5] A. Vitrey et al., Beilstein J. Nanotechnol. 8, 434 (2017) [6] R. Alvarez et al., Nanotechnology 30, 475603 (2019) [7] R. Alvarez et al., Nanomaterials 9, 1217 (2019) [8] I. Izquierdo-Barba et al., Acta Biomaterialia 15, 20 (2015). [9] D. Medina-Cruz et al., Nanomed.-Nanotechnol. Biol. Med. 17, 36 (2019) [10] P. Díaz-Núñez et al., Scientific Reports 9, 13933 (2019) [11] Solicitud de Patente P202030626, Junio 2020. [12] Z. Hu et al., ACS Applied Materials and Interfaces 12, 5979 (2020) [13] G. Troncoso et al., Appl. Surf. Sci. 526, 146699 (2020)

***Física Nuclear***
***Sala tres***

8:30 - 9:00 **Simplicidad desde la complejidad: modelos sencillos de núcleos complejos** *Roelof Bijker* (bijker@nucleares.unam.mx), ICN UNAM; *Expositor.*

Se presenta una novedosa interpretación de la estructura de núcleos ligeros como estructuras cuasi-moleculares compuestas de partículas alfa en configuraciones geométricas de mancuerna, triángulo equilátero y tetraedro, más protones y neutrones adicionales. Se emplean consideraciones de simetrías para derivar expresiones analíticas de las propiedades de estos sistemas que pueden ser comprobadas de manera muy sencilla y transparente con los datos experimentales. En particular, se desarrolla una aplicación de la teoría de los llamados grupos puntuales dobles en la física nuclear. Los resultados abren el camino para una descripción sencilla pero detallada de núcleos ligeros y como tal pueden tener un impacto importante en el área de la física nuclear y proveer un punto de referencia para los estudios microscópicos de la estructura de los núcleos ligeros.

***Óptica***
***Sala cuatro***

8:30 - 9:00 **Láseres de fibra óptica en la región de 1500 y 2000 nm** *Baldemar Ibarra Escamilla* (baldemar@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; *Expositor.*

Los láseres de fibra óptica tienen una gran variedad de aplicaciones, como son en comunicaciones ópticas, en sensado remoto, en aplicaciones medicas e industriales, etc. Estos láseres tienen la particularidad de generar una excelente calidad del haz, en muchas aplicaciones este parámetro es de suma importancia y esto es posible gracias a las dimensiones propias de la fibra óptica. Con estos láseres podemos generar fuentes de luz con señal en onda continua y pulsada. En el caso de los láseres de onda continua su mayor aplicación es en la industria, en el corte y soldadura de material donde no afecta el calentamiento producido por el haz de luz. La importancia de desarrollar láseres de pulsos cortos es que nos permite controlar el calentamiento en la zona a tratar y de esta manera evitar daños generados por este efecto. Los láseres pulsados tienen varias aplicaciones como son aplicaciones médicas, en el sensado remoto y en las telecomunicaciones. En esta plática abordaremos las técnicas que existen para generar luz en la región de 1500 y 2000 nm, tanto en operación continua como pulsada, con láseres de fibra óptica.

***Astrofísica***
***Sala uno***

9:00 - 9:15 **Estudio observacional de la población de radio fuentes compactas asociada a regiones**

**de formación estelar** *Josep Maria Masqué Saumell* (jmasque@ugto.mx), Departamento de Astronomía, Universidad de Guanajuato; Sergio Dzib(sdzib@mpifr-bonn.mpg.de), Max Planck; Luís Felipe Rodríguez Jorge(l.rodriguez@irya.unam.mx), Irya, UNAM; Stan Kurtz(s.kurtz@irya.unam.mx), Irya, UNAM; Laurent Loinard(l.loinard@irya.unam.mx), Irya, UNAM; Miguel Ángel Trinidad Hernández(trinidad@astro.ugto.mx), Universidad de Guanajuato; Sac Medina(smedina@mpifr-bonn.mpg.de), Max Planck; Carlos Alanías Rodríguez Rico(direcciondaug@gmail.com), Universidad de Guanajuato; Vanessa Yanza López(v.yanzalopez@ugto.mx), Departamento de Astronomía, Universidad de Guanajuato; Jazmín Ordóñez Toro(nj.ordoneztoro@ugto.mx), Departamento de Astronomía, Universidad de Guanajuato; *Expositor.*

Gracias al desarrollo de la instrumentación más reciente en el campo de la radioastronomía, se sabe que algunas regiones de formación estelar contienen una población extremadamente rica de fuentes compactas detectadas en radio. La naturaleza de estas fuentes es enigmática pero con toda probabilidad se asocia a una población muy temprana de objetos estelares (o prestelares) jóvenes. En campañas pasadas obtuvimos observaciones de varias regiones en el cielo con el instrumento Very Large Array, y hallamos un gran número de radio fuentes tanto en la región de M17, así como en otras regiones ionizadas Ultra-Compactas, indicando que la presencia de estas fuentes es probablemente un fenómeno común en regiones de formación estelar. En el presente, nuestras investigaciones van dirigidas a entender la naturaleza de estos objetos mediante observaciones complementarias que habilitan análisis más profundos. Presentaré los resultados preliminares de este análisis, así como también un resumen de la muestra extraordinaria de radio fuentes compactas halladas hasta el momento, y sus implicaciones en el contexto de formación estelar en regiones de alta masa. Dado que la mayoría de estas fuentes son objetos muy jóvenes próximos a una estrella masiva, su estudio arroja luz a como estas afectan a las condiciones de formación de la mayoría de estrellas de tipo solar y su potencial producción de planetas.

***COVID-19***
***Sala seis***

9:00 - 9:30 **Simulación epidémica del virus Covid-19 en varios países, utilizando un autómata celular en 2D** *Pablo Isidro Ayala De Santiago* (pabloayalafisica@hotmail.com), Unidad Académica de Física de la Universidad Autónoma de Zacatecas; Alejandro Puga Candelas(apuga@fisica.uaz.edu.mx), Unidad Académica de Física de la Universidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.*

Se realizó una simulación de la epidemia de Covid-19 utilizando autómatas celulares, los cuales han sido usados para el estudio de epidemias desde su creación en el siglo XX. Bajo el panorama de la reciente pandemia de Covid-19 se han realizado diversas estimaciones del avance de la enfermedad utilizando diversos métodos, sin embargo la mayoría de estos fallan al calcular el número total de infectados no enfermos. Basándonos en esto se tomaron datos reales de las poblaciones de varios países y de las fracciones de estas reportadas sanas, enfermas e infectadas y utilizando una máquina de Hodge Podge la cual es un autómata celular en 2D usualmente usado para el estudio de reacciones químicas y que consiste en una malla donde cada célula representa una fracción de la población estudiada, se realizó la simulación buscada. Esto con el fin de encontrar un método sencillo, viable, barato y accesible para estimar la cantidad de personas infectadas en relación con la población total de una determinada región de estudio.

***Dinámica de Fluidos***
***Sala cinco***

9:00 - 9:15 **Multiaxial Deformation of Soft Crystals: Liquid Crystal Kaleidoscopes** *Jose Adrian Martínez Gonzalez* (jose.adrian.martinez@uaslp.mx), Universidad Autónoma de San Luis Potosí; Monirosadat Sadati(sansadat@gmail.com), University of South Carolina; Juan Pablo Hernandez-Ortiz(jphernandezo@wisc.edu), Universidad Nacional de Colombia; Juan Jose De Pablo(depablo@uchicago.edu), The University of Chicago; *Expositor.*

Liquid crystals (LCs) are states of matter where the molecules exhibit fluid properties while follow a preferential order that can be orientational and/or positional. Chiral liquid crystals, for instance, can form cubic crystalline structures, the so called Blue Phases, where the unit cells are orders of magnitude larger than the atomic crystals. The optical response of a liquid crystal is related to its internal structure which can be changed by small cues from outside making them ideal materials not only for the well-known LCD-display technologies, but for detection of particles and structures of biological interest, among other intriguing phenomena. In this talk, we are going to explore some interesting facts about the directed self-assembling of chiral liquid crystals and their amazing optical response that can be induced by geometrical deformation.

***Estado Sólido***
***Sala dos***

9:00 - 9:15 **Constantes de fuerza por tensión en los enlaces químicos de nanoestructuras de carbono** *A. Tapia* (irisson.ipn@gmail.com), Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán; *Expositor.*

A. Tapia1*, J. Medina1, C. Cab1, y G. Canto2

1Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán

C.P. 97310. Av. Industrias no Contaminantes, Periférico Norte, Cordemex, A.P. 150, Mérida, Yucatán, México.
2Centro de Investigación en Corrosión, Universidad Autónoma de Campeche,
C.P. 24039. Av. Agustín Melgar s/n, Col. Buenavista, San Francisco de Campeche, Campeche, México.
En los últimos 30 años, las nanoestructuras de carbono han impulsado el desarrollo de la nanociencia y nanotecnología en diversos campos de la física, química, electrónica, óptica, mecánica, biología y medicina, por mencionar sólo algunas, debido a sus propiedades físicas y químicas muy particulares. Las nanoestructuras de carbono como los fullerenos, los nanotubos, el grafeno (2D) y el diamante, son sólo algunos ejemplos que demuestran la versatilidad estructural del carbono, que puede formar una amplia variedad de nanoestructuras basadas en hibridaciones, con algunas del tipo; sp–, sp2–, sp3– o sp2 – sp3. Las constantes de fuerza por tensión en los enlaces químicos (Kr) nos permiten cuantificar la oposición al cambio de la distribución de carga entre los átomos, cuando estos son sometidos a un distanciamiento inducido. En otras palabras, los valores de Kr describen la rigidez del enlace químico, cuando estos son sometidos a un esfuerzo por tensión. En este estudio se presentan los resultados de los cálculos de Kr para diferentes nanoestructuras de carbono, mediante la implementación de la Teoría del Funcional de la Densidad. El resultado de la comparación de los valores Kr, para las diferentes nanoestructuras de carbono estudiadas, nos dice que hay varios factores involucrados para su determinación.

***Física Nuclear***
***Sala tres***

9:00 - 9:15 **On the possible virtual state nature of the LHCb $Pc(4312)^+$ signal** *Jorge Antonio Silva Castro* (jorgeasilvacastro@gmail.com), UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO; César Fernández Ramírez(cesar.fernandez@nucleares.unam.mx), UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO; *Expositor.*
We study the nature of the new $Pc(4312)^+$ signal reported by LHCb collaboration in the $J/\psi p$ spectrum. We use $S$-matrix principles to perform a minimum-bias analysis of the data, focusing on the analytic properties that can be related to the microscopic origin of the $Pc(4312)^+$ peak. Using the scattering length approximation we find evidence for interpretation of the signal as a virtual state generated by the attractive effect of the $\Sigma_c^+ \bar{D}^0$ channel opening.

***Óptica***
***Sala cuatro***

9:00 - 9:15 **Diseño Numérico De Guías De Onda De Intercambio Iónico Para Aplicaciones En Metafotónica Integrada** *Fernando López Rayón* (hero_flr@hotmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Maximino Luis Arroyo Carrasco(marroyo@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Ricardo Téllez Limón(rtellez@conacyt.mx), CONACYT-CICESE Unidad Foránea Monterrey; Rafael Salas Montiel(rafael.salas_montiel@utt.fr), Université de Technologie de Troyes; *Expositor.*
La metafotónica integrada es un área emergente de la óptica que estudia la interacción de luz con metamateriales micro y nano estructurados para el desarrollo de circuitos ópticos análogos a los chips electrónicos. De particular interés es el diseño y estudio de sistemas híbridos fotónicos-plasmónicos para el control de la luz a escala sub-longitud de onda para aplicaciones "lab-on-a-chip". En años recientes, diferentes estudios han sido desarrollados para demostrar la manipulación de luz a través de excitaciones evanescentes de plasmones de superficie localizados (PSL) en nanopartículas metálicas integradas a guías de onda fotónicas. En este sentido, algunos materiales como el niobato de litio, dióxido de titanio, arseniuro de galio y sílice sobre silicio han ganado importancia recientemente en tecnología aplicada en guías de onda. Sin embargo, estas guías operan en el rango de longitudes de onda del infrarrojo y requieren equipos sofisticados para su fabricación. En contraste, la tecnología de guías de onda a base de vidrio ofrece ventajas como bajos costos de material, bajas pérdidas en la propagación, alta estabilidad y confiabilidad. Estas guías de onda a base de vidrio pueden ser fabricadas por intercambio de iones de sales fundidas depositadas sobre sustratos de vidrio, creando un perfil de índice de refracción gradiente en la ventana de difusión que sirve como una guía de onda óptica. Basados en la técnica de integración finita y usando simulaciones en 3D, en esta contribución se presenta el diseño numérico de guías de intercambio iónico en sustratos de vidrio y el estudio de las condiciones geométricas y espaciales apropiadas para la excitación de resonancias de PSL en nanopartículas de oro a través de los modos fotónicos de la guía de onda. Estos resultados muestran que la señal de excitación de resonancias PLS puede ser medida en el espectro de transmisión a la salida de la guía de intercambio iónico. Esta señal puede ser sintonizada y reforzada modificando las propiedades geométricas del sistema. Este análisis comprensivo demuestra que las tecnologías de guías de onda a base de vidrio compiten con otros sistemas de guías para el desarrollo de dispositivos metafotónicos integrados, abriendo nuevas perspectivas en el diseño de dispositivos ópticos para aplicaciones en el procesamiento de señales, comunicaciones y biosensores.

***Astrofísica***
***Sala uno***

9:15 - 9:30 **Un estudio espectroscópico de estrellas T-Tauri en la asociación OB1 Orión usando**

**LAMOST** *Luisa Fernanda Zamudio Ruvalcaba* (luisa.zamudio@uabc.edu.mx), Universidad Autónoma de Baja California; Jesús Omar Hernández Alarcón(hernandj@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía Ensenada de la Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*
Usando espectros obtenidos con LAMOST, se presenta un estudio para un grupo de 676 candidatas cinemáticas a ser estrellas T-Tauri (TTS) dentro de la asociación OB1b del complejo de formación estelar de la región de Orión. Haciendo uso del software de clasificación estelar SPTCLASS se obtuvieron los parámetros de tipo espectral, ancho equivalente de Li (Li I 6708 Å) y ancho equivalente de Ha (Ha I 6564 Å). Haciendo uso de dichos parámetros se realizó una interpolación entre el tipo espectral y la tabla estándar de Pecaut y Mamajek +2013 para así obtener la Teff y la BCJ. Realizando una correlación cruzada con la lista de datos del catálogo GAIA-DR2 y 2mass, fue posible la obtención de la luminosidad. Un diagrama HR se desarrolló con los datos de Teff y L y se realizó una estimación de la edad y masas para las estrellas T-Tauri del grupo. De las 676 candidatas se confirmaron 441 TTS debido principalmente a la presencia de litio en absorción. La edad estimada para este grupo de TTS es de 8.0 ± 5.9 millones de años a partir del modelo de Parsec y Colibrí (Marigo +2017) y 6.3 ± 4.5 millones de años de acuerdo al modelo de Siess y Forestini (Siess +2000). Basado en el análisis de la línea Ha, se obtuvieron 19 estrellas acretoras (CTTS), 315 estrellas no acretoras (WTTS) y 31 en un estado incierto (CW). Este análisis será completado con la incorporación de candidatas espectroscópicas detectadas por la presencia de la línea de Litio en absorción, para aquellas estrellas con caracterización cinemática incierta determinada por medio de datos GAIA-DR2. Finalmente, usando la herramienta MassAge se re estimarán las masa y edades de las muestras incluyendo la tabla de colores estándares GAIA de Luhman+2020 y trayectorias evolutivas adicionales (e.g., MIST, Baraffe+2016, Feiden+2016, PISA).

***Dinámica de Fluidos***
***Sala cinco***

9:15 - 9:30 **ANÁLISIS CFD DE TRATAMIENTO DE AGUA CON OZONO** *Emmanuel Aguilar Rosas* (emmanuel.aguilarr@alumno.buap.mx), Facultad de Ingeniería, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Víctor Manuel Vázquez Báez(manuel.vazquez@correo.buap.mx), Facultad de Ingeniería, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; David Pérez Monzón(david.perezmon@alumno.buap.mx), Facultad de Ingeniería, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; José Miguel Jácome Suárez(jose.jacome@alumno.buap.mx), Facultad de Ingeniería, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Rodrigo Xicale De Aquino(rodrigo.xicaled@alumno.buap.mx), Facultad de Ingeniería, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*
El ozono es un agente de oxidación muy poderoso, es fácilmente soluble en agua y su capacidad para eliminar los microorganismos que forman contaminantes es elevada. El modelado de CFD multifase es crítico para diseñar sistemas de ozonización en los cuales la transferencia de masa ocurre de manera eficiente y completa. En este trabajo se usa software de simulación CFD para aplicar módulos de física para análisis del proceso de ozonificación en tratamientos de agua y su comportamiento en la simulación. Con estos resultados se diseñó un prototipo con herramientas CAD que permite recrear las condiciones que se desean. Finalmente, se compararon los resultados del prototipo con los procesos ya establecidos para su futura optimización.

***Estado Sólido***
***Sala dos***

9:15 - 9:30 **Adsorción de acetona en nanoalambres de silicio para detección de diabetes: un estudio con DFT** *Francisco De Santiago Varela* (francisco.desantiago.gin2014@gmail.com), Instituto Politécnico Nacional - ESIME Culhuacan; José Eduardo Santana Sánchez(eduardo.santana.gin.2017@gmail.com), Instituto Politécnico Nacional - ESIME Culhuacan; Álvaro Miranda Durán(amirandad.ipn@gmail.com), Instituto Politécnico Nacional - ESIME Culhuacan; Luis Antonio Pérez López(lperez@fisica.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; Ricardo Rurali(rrurali@icmab.es), Institut de Ciència de Materials de Barcelona; Miguel Cruz Irisson(irisson.ipn@gmail.com), Instituto Politécnico Nacional - ESIME Culhuacan; *Expositor.*
La detección temprana de la diabetes es clave para su tratamiento, y podría ser posible a través de sensores no invasivos y eficientes basados en nanoalambres con la capacidad de adsorber acetona, pues este compuesto es un marcador de dicha enfermedad. En este trabajo se investiga el efecto de la adsorción de acetona en las propiedades electrónicas de nanoalambres de silicio (SiNW) hidrogenados y dopados, por medio de la Teoría de las Funcionales de la Densidad. Los SiNW considerados en este trabajo crecen a lo largo de la dirección cristalográfica [111] del Si en bulto, y están dopados con átomos del grupo III (B, Al y Ga), para los cuales se consideran dos esquemas: dopaje sustitucional en la superficie y funcionalización. Se presenta un análisis de las configuraciones de adsorción, de las energías de adsorción y de las propiedades electrónicas de los SiNW dopados y no dopados. Tras la adsorción de acetona, el SiNW no dopado se convierte en un semiconductor tipo n, que podría tener una aplicación en un sensor de transistor de efecto de campo. Por otro lado, la mayoría de los casos dopados o funcionalizados sufren una modulación en su brecha de energía, lo cual podría permitir la construcción

de un sensor óptico. Todos los casos muestran una energía de adsorción correspondiente al intervalo de quimisorción, excepto el alambre sin dopar y los funcionalizados con Al y Ga. Los resultados sugieren que estas nanoestructuras podrían ser usadas para la captura y detección de acetona, lo cual podría llevar a aplicaciones en el tratamiento médico de la diabetes.

***Física Nuclear***
***Sala tres***

9:15 - 9:30 **"Estudio del decaimiento $H \to q_i q_j$ en el Modelo Estandar"** *Guillermo González Estrada* (guille.est@gmail.com), UMSNH; Jorge Isidro Aranda Sanchéz(jarandas@umich.mx), UMSNH; Javier Montaño Domínguez(j.montano.d@hotmail.com), UMSNH; Fernando Iguazú Ramírez Zavaleta(feryuphy@yahoo.com.mx), UMSNH; *Expositor.*
Revisamos el decaimiento del bosón de higgs a dos diferentes quarks a nivel de un lazo en el Modelo Estandar. Implementamos de manera estricta el mecanismo de GIM realizando meticulosas expansiones de serie de Taylor en los factores de forma de la amplitud y sus funciones escalares implícitas Passarino-Veltman para deshacerse de los términos espurios. Nuestras predicciones son Br($H \to uc$)=$1.63 \times 10^{-18}$, Br($H \to ds$)=$9.07 \times 10^{-15}$, Br($H \to db$)=$1.03 \times 10^{-8}$, Br($H \to sb$)=$2.44 \times 10^{-7}$; en nuestro caso $H \to uc, ds$ son más suprimidas que las reportadas con anterioridad en la literatura.

***Óptica***
***Sala cuatro***

9:15 - 9:30 **Desarrollo de adelgazamientos de fibra óptica (tapers) por medio de descargas eléctricas y su aplicación como sensor de temperatura.** *Abraham Alejandro Quiñones Flores* (abraham.quinonesfl@uanl.edu.mx), Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Físico Matemáticas; Arturo Alberto Castillo Guzman(arturo.castillogz@uanl.edu.mx), Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Físico Matemáticas; *Expositor.*
Los adelgazamientos de fibra óptica (optic fiber taper) tienen propiedades ópticas importantes para aplicaciones en telecomunicaciones [1] y en sensado de variables físicas [2], químicas [3] y biológicas [4]. Estos adelgazamientos se obtienen sometiendo a tensión una sección de fibra óptica que se encuentre a temperatura de fusión del material. Existen varios métodos [5-7] para la obtención de estas estructuras además de equipos especializados que realizan este tipo de dispositivos. Para cada aplicación se espera un taper con diferentes características. Esta investigación consistió en la elaboración de adelgazamientos de fibra óptica (optic fiber taper) del tipo SMF-28 usando una empalmadora de fusión. Se tomaron en cuenta parámetros de empalme como la potencia del arco eléctrico, su duración y el tiempo de estiramiento de la fibra. Se caracterizaron los tapers que resultaron respecto a los parámetros de empalme usados obteniéndose cinturas de hasta 6.84µm con longitudes de 2mm que son ideales para su aplicación en sensado. De igual manera se llevó a cabo la caracterización de estos adelgazamientos como sensores de temperatura.
Referencias [1] Darren D Hudson, Sergei Antipov, Lizhu Li, Imtiaz Alamgir, Tomonori Hu, Mohammed El Amraoui, Younes Messaddeq, Martin Rochette, Stuart D Jackson, and Alexander Fuerbach. Toward all-fiber supercontinuum spanning the mid-infrared. Optica, 4(10):1163–1166, 2017. [2] Rui Yang, Yong-Sen Yu, Yang Xue, Chao Chen, Qi-Dai Chen, and Hong-Bo Sun. Single s-tapered fiber mach–zehnder interferometers. Optics letters, 36(23):4482–4484, 2011. [3] Divya Tiwari, Kevin Mullaney, Serhiy Korposh, Stephen W James, SeungWoo Lee, and Ralph P Tatam. An ammonia sensor based on lossy mode resonances on a tapered optical fibre coated with porphyrin-incorporated titanium dioxide. Sensors and Actuators B: Chemical, 242:645–652, 2017. [4] Mohammad Ismail Zibaii, Alireza Kazemi, Hamid Latifi, Mahmoud Karimi Azar, Seyed Masoud Hosseini, and Mohammad Hossein Ghezelaiagh. Measuring bacterial growth by refractive index tapered fiber optic biosensor. Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology, 101(3):313–320, 2010. [5] Timothy A Birks and Youwei W Li. The shape of fiber tapers. Journal of Lightwave Technology, 10(4):432–438, 1992. [6] Jonathan M Ward, Danny G O'Shea, Brian J Shortt, Michael J Morrissey, Kieran Deasy, and S´ıle G Nic Chormaic. Heat-and-pull rig for fiber taper fabrication. Review of scientific instruments, 77(8):083105, 2006. [7] Hani J Kbashi. Fabrication of submicron-diameter and taper fibers using chemical etching. Journal of Materials Science and Technology, 28(4):308–312, 2012.

***Astrofísica***
***Sala uno***

10:00 - 10:30 **Cusp to core and everything in between** *Verónica Lora Castellanos* (v.lora@irya.unam.mx), Instituto de Radioastronomía y Astrofísica, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*
It has been more that two decades since the so called core-cusp problem of dark matter (DM) halos was first brought out. From observations of low mass and low brightness galaxies one can conclude that cored DM halos are more in agreement with these galaxies than cusp DM halos. A natural way to solve the cusp-core problem is to consider the stellar feedback: star formation and supernovae explosions. In numerical simulations, when feedback is included initial cuspy DM halos can evolve to become flatten cored DM halos. We will call this process the "corification" of the DM halo. In principle one may think that the cusp-core problem was solved when considering the baryons. But one has to take innto account that the corification is a process which could take

14 Gyr to be completed i.e. it could take a dwarf galaxy 14 Gyr to form a complete core. It has been found that in order to guarantee the survival of stellar substrucure (such as globular clusters) within dwarf spheroidal galaxies a DM core mass density is needed. I perform N-body simulations of the corification of a DM halo of a dSph galaxy depending on its cumulative star formation history. Then, we can study the survival of stellar substructures within a DM halo that is in the process of corification.

***COVID-19***
***Sala seis***

10:00 - 10:30 **Some remarks on the covid-19 statistics for Mexico and Yucatan** *Antonio Osvaldo Bouzas* (abouzas@cinvestav.mx), Centro de Investigaciones y de Estudios Avanzados del Instituto Politecnico Nacional Unidad Merida; *Expositor.*
We discuss some aspects of the (offcial) statistics of the covid -19 epidemy in Mexico and, in particular, in the state of Yucatan.

***Dinámica de Fluidos***
***Sala cinco***

10:00 - 10:30 **Modelado matemático de la evolución de covid-19 mediante funciones tipo Gompertz** *Juan Carlos Cajas García* (jc_cajas@ciencias.unam.mx), Escuela Nacional de Estudios Superiores, Unidad Mérida. Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*
Un severo brote del virus SARS-CoV-2 ha llevado a una gran parte del mundo a la cuarentena a finales de 2019 e inicios de 2020. Seis meses después del brote inicial, las pérdidas humanas se cuentan por centenas de miles y los daños económicos son aún difíciles de calcular.
Observando las reacciones y efectos de los diferentes países frente a la pandemia, se pueden hacer dos observaciones importantes para apoyar en la planeación de la respuesta de los sistemas de salud pública. Primero, tal vez más que nunca necesitamos modelos matemáticos precisos de enfermedades infecciosas que permitan aproximar el número máximo de casos, la ocupación hospitalaria esperada y los otros factores determinantes de la epidemia. Segundo, y tan importante como lo anterior, necesitamos con urgencia comunicar de manera efectiva el conocimiento que dichos modelos producen a la sociedad en general. Los países más exitosos en reducir los efectos negativos de la enfermedad lo han logrado mediante respuestas sociales articuladas y ordenadas. La comprensión de la transmisión de infecciones que brindan los modelos matemáticos pueden ser una herramienta de gran valor al momento de elaborar material de comunicación social de cara al futuro.
En la presente charla se expondrán los resultados de un modelo matemático simplificado que conduce a la descripción de las curvas epidémicas como funciones de tipo Gompertz. Se presentan los resultados del modelo aplicado a países de Europa y América. Se plantean también las posibilidades para utilizar este modelo como una herramienta divulgativa.

***Estado Sólido***
***Sala dos***

10:00 - 10:30 **Charge-to-Spin Conversion in Low-Symmetry Topological Materials** *José Hugo García Aguilar* (josehugo.garcia@icn2.cat), Researcher at Theoretical and Computational Nanoscience Group at Institu Català de Nanociència i Nanotecnologia (ICN2) Barcelona - Spain; *Expositor.*
In this work, we theoretically show that the reduced symmetry of strong spin-orbit coupling materials such as MoTe2 or WTe2 enables new forms of intrinsic spin Hall effect that produce large and robust in-plane spin polarizations in coexistence with the traditional out-of-plane component. Through quantum transport calculations on realistic devices in the diffusive regime, we show that spin-charge interconversion can reach efficiencies of 80%, while also possessing long spin diffusion lengths of 100 nm. Such combination is largely superior to what is typically found in conventional SHE materials. These findings vividly emphasize how crystal symmetry governs the intrinsic SHE, and how it can be exploited to broaden the range and efficiency of spintronic functionalities. We also propose specific experimental guidelines for the confirmation of the effect.

***Física Nuclear***
***Sala tres***

10:00 - 10:30 **Descifrando el núcleo atómico** *Daniel José Marín Lambarri* (dmarin@fisica.unam.mx), IF UNAM; *Expositor.*
A pesar de que la investigación en física nuclear ya tiene sus años, hoy en día se desconocen muchos detalles sobre el núcleo. Existen muchos modelos teóricos, que describen sus características, pero no existe uno que las describa en su totalidad. La evolución de estos modelos va de la mano con la planeación y ejecución de experimentos, que cada vez se vuelven más complejos por el desarrollo tecnológico. Dichos experimentos son un pilar muy importante, que además de evidenciar características del núcleo, también sirven para validar o descartar a los modelos teóricos. En esta plática hablaré sobre algunos ingredientes básicos de física nuclear y explicaré algunos experimentos con núcleos ligeros que han servido para elucidar características de dichos núcleos y, por lo tanto, la validación de algunos modelos teóricos.

***Óptica***
***Sala cuatro***

10:00 - 10:30 **Interferometría de Desplazamiento en la recuperación de señales poco distintas** *Marija Strojnik* (storjnik@gmail.com), Centro de Investigaciones en Optica; *Expositor.*
El interferómetro es un instrumento óptico con muchas aplicaciones. En un principio, se utilizó para medir distancias y diferencias de caminos ópticos con alta exactitud. El físico Michelson la uso para demostrar que la radiación electromagnética no necesita un medio para su propagación. Después, el uso de esta técnica se extendió para fabricar superficies ópticas con mucha precisión y se aplicó en la construcción de instrumentos modernos como cámaras, microscopios y telescopios. Finalmente, la tecnología de fabricación de elementos ópticos avanzó a un nivel de exactitud tan alto que los componentes ópticos existentes ya podían ser usados como referencia, como lo que se aplican en un interferómetro tradicional. Así que se necesitaba de una auto-referencia, es decir una comparación entre las dos partes de la misma óptica. La fabricación ya no era en comparación con estándar absoluto sino referenciada a una parte ya terminada. Así surgieron diversos métodos de interferometría de desplazamiento. En el CIO, estamos aplicando un interferómetro de desplazamiento rotacional para detectar un planeta en un sistema solar cercano. En este trabajo, describimos los retos de este trabajo y los éxitos logrados hasta hoy.

***Astrofísica***
***Sala uno***

10:30 - 10:45 **Constraints on the velocity dispersion of Dark Matter from Cosmology and new bounds on scattering from the Cosmic Dawn.** *Ivan Rodriguez Montoya*(ivrguez@gmail.com), Instituto Nacional de Astrofisica Optica y Electronica; Vladimir Avila Reese (avila@astro.unam.mx), Universidad Autonoma de Mexico; Abdel Perez Lorenzana(aplorenz@fis.cinvestav.mx), Centro de Investigacion y de Estudios Avanzados del Instituto Politecnico Nacional; *Expositor.*
The observational value of the velocity dispersion, $\delta$, is missing in the Dark Matter (DM) puzzle. Non-zero or non-thermal DM velocities can drastically influence Large Scale Structure and the 21-cm temperature at the epoch of the Cosmic Dawn, as well as the estimation of DM physical parameters, such as the mass and the interaction couplings. To study the phenomenology of DM velocity dispersion, we model the evolution of DM in terms of a simplistic and generic Boltzmann-like momentum distribution. Using cosmological data from the Cosmic Microwave Background, Baryonic Acoustic Oscillations, and Red Luminous Galaxies, we constrain the DM velocity dispersion for a broad range of masses $10^{-3}$ eV $< m <$ $10^9$ eV, finding an upper limit of 0.33 km/s (99% CL). Including the EDGES T21-measurements, we extend our study to constrain the baryon-DM interaction in the range of DM velocities allowed by our analysis. As a consequence, we present new bounds on two electromagnetic models of DM, namely minicharged particles (MCPs) and electric dipole moment (EDM). For MCPs, the parameter region that is consistent with EDGES and independent bounds on cosmological and stellar physics is very small, pointing to the sub-eV mass regime of DM. A window in the MeV-GeV may still be compatible with these bounds for MCP models without a hidden photon. But the EDM parameter region consistent with EDGES is excluded by Big-Bang Nucleosynthesis and Collider Physics

***COVID-19***
***Sala seis***

10:30 - 11:00 **Modelos SIR modificados para la evolución del COVID-19** *Nana Geraldine Cabo Bizet* (nana@fisica.ugto.mx), Universidad de Guanajuato; Alejandro Cabo Montes De Oca(alejcabo@gmail.com), Instituto de Cibernética Matemática y Física; *Expositor.*
Estudiamos el modelo epidemiológico SIR(Susceptibles, Infectados y recuperados), con tasa de contagio variable, aplicado a la evolución del COVID-19. El carácter predictivo depende de la dinámica que determina la tasa de contagio $\beta^*$ en el tiempo. Se formula un modelo para dicha dinámica; donde alcanzar $\beta^* \approx 0$ debido al aislamiento se logra aproximadamente después del tiempo de duración de la enfermedad $T = 1/\gamma$, en que ha decrecido el número de infectados en las familias confinadas. El análisis logra describir la curva de infección de Alemania, con una dependencia lineal. El mismo modelo se aplica a predecir la curva de infección para Cuba, con decrecimiento exponencial, estimando correctamente el máximo de infectados y la fecha del pico. En el régimen lineal de las ecuaciones del SIR cuando la población es grande, $\beta^*(t)$ se determina por la curva del cociente entre los casos detectados diarios y el total de activos. Siendo k la razón entre el número de infectados observados y detectados, se obtienen predicciones independientes de $k$ para las poblaciones detectadas en la región lineal. Se estudia el valor de $\beta^*$ a pedazos en el tiempo para Cuba, Alemania y Corea del Sur. El máximo deseado de la curva de infectados del SIR no es el máximo estándar con $\beta^*$ constante, sino uno alcanzado debido a la cuarentena cuando $R_0 = \beta^*/\gamma < 1$. Para todos los países que han salido de la epidemia estos máximos se encuentran en la región en lineal. Aplicamos estos modelos al caso de México, incluyendo intervalos de confianza y estimando la fecha del pico, el número de muertes y los infectados acumulados.

***Dinámica de Fluidos***
***Sala cinco***

10:30 - 10:45 **DISEÑO DE UNA CASCADA DE ÁLABES PARA UN AEROREACTOR** *Diego Moises Almazo Perez* (diego.almazo@uacj.mx),*

*UNIVERSIDAD AUTONOMA DE CIUDAD JUAREZ; Iris Iddaly Mendez Gurrola(iris.mendez@uacj.mx), UNIVERSIDAD AUTONOMA DE CIUDAD JUAREZ; Abdiel Ramirez Reyes(abdiel.ramirez@uacj.mx), UNIVERSIDAD AUTONOMA DE CIUDAD JUAREZ; Carlos Alberto Gomez Alvarez(carlos.gomez@uacj.mx), UNIVERSIDAD AUTONOMA DE CIUDAD JUAREZ; *Expositor.*

Los compresores axiales han tenido gran importancia en la industria trasfiriendo energía al fluido, con el fin de transformarla en energía mecánica. Para ello los compresores llevan una gama de estudio para determinar la forma de los álabes, aumentando la eficiencia del compresor y reduciendo costos, para sus diversas aplicaciones como en la generación de energía, propulsión de aviones, barcos, helicópteros, submarinos y en más maquinaria. Según la revista El Economista; la Industria Aeroespacial en México está en auge, al presentar crecimiento en sus exportaciones de 11% en el 2018 respecto al año previo. Esto nos inclina a hacer investigación acerca de eficientar los costos de producción, y nos permita el incremento de la industria en México. De acuerdo con la Organización de Aviación Civil Internacional, la aviación contribuye en 2% a las emisiones de efecto invernadero a nivel mundial. Somos conscientes que no podemos dejar los aviones convencionales de una manera abrupta, pero si extraer de ellos la mayor eficiencia. Es este trabajo se discuten los principales aspectos físicos en la construcción de una cascada de alabes que deben ser considerados para un diseño óptimo en una turbina. Para ello se desarrolla investigaciones buscado la mejora formas en los álabes. Una de las problemáticas es el costo de fabricación de cada álabe. Su forma, material y maquinaria ocupada en su fabricación elevan su costo, por ello el desarrollo de los compresores axiales (parte compresión en un motor de avión) con el menor número posible de álabes con el fin de reducir el costo de producción y aumentado su eficiencia en la industria.

***Estado Sólido***
***Sala dos***

10:30 - 10:45 **Effects of disorder on the transport and thermoelectric properties of silicene superlattices** *Outmane Oubram* (oubram@uaem.mx), Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, Universidad Autónoma del Estado de Morelos; *Expositor.*

Unavoidable structural disorder associated with the variation of the widths of barriers and wells as well as the heights of barriers in superlattices of 2D materials can affect considerably electronic transport and related phenomena. In this work, we study the impact of structural disorder on the electronic transport and thermoelectric properties of gated silicene superlattices (GSSLs). A low-energy effective Hamiltonian has been used to describe electrons in silicene. The transfer matrix approach, the Landauer–Büttiker formalism and the Cutler–Mott formula have been implemented to obtain the transport and thermoelectric properties. In particular, the conductance, Seebeck coefficient and power factor are investigated in ordered and disordered GSSLs. The results show that disorder related to the width of barriers-wells is not equivalent to the one associated to the height of barriers. The former barely changes the transport and thermoelectric coefficients at low energy, while the latter greatly affects them in the whole energy range. We also assess the disorder associated to the on-site potential of silicene layers, finding that its influence is limited. So, our results indicate that in the design and fabrication of GSSLs a precise control of the height of the barriers is required in order to have and preserve good thermoelectric properties.

***Física Nuclear***
***Sala tres***

10:30 - 10:45 **ROMPIMIENTO DEL PROYECTIL EN LA REACCIÓN $^{7}$Be + $^{58}$Ni A ENERGÍAS ARRIBA DE LA BARRERA COULOMBIANA** * *Enrique Martínez Quiroz* (enrique.martinez@inin.gob.mx), Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares; Eli Francisco Aguilera Reyes(eli.aguilera@inin.gob.mx), Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares; *Expositor.*

En los experimentos de fusión realizados en los últimos años con haces radioactivos, usando la instalación TwinSol de la Universidad de Notre Dame, para el caso de la reacción $^{7}$Be + $^{58}$Ni se ha detectado, entre otros productos de la reacción, una cantidad significativa de partículas alfa a ángulos hacia adelante. Las secciones diferenciales obtenidas a 45º y 60º, a energías arriba de la barrera Coulombiana, al ser comparadas con los cálculos del código PACE2, muestran valores considerablemente mayores que las predichas por dicho código. Dicha comparación sugiere que hay otro mecanismo de producción de partículas alfa aparte del de fusión-evaporación. La explicación es que dichas partículas alfa provienen del rompimiento del proyectil, ya que se considera al $^{7}$Be como un núcleo formado por $^{4}$He + $^{3}$He, con una débil energía de separación. Para confirmar ésta explicación se planea llevar a cabo cálculos con el método CDCC. *Trabajo parcialmente apoyado por CONACYT.*

***Óptica***
***Sala cuatro***

10:30 - 10:45 **Ruidos y resolución de interferómetro de auto-referencia usando la memoria cuántica en moléculas de acetileno** *Jordan Israel Díaz Álvarez* (diazjordan@cicese.edu.mx), Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada; Serguei Stepanov(steps@cicese.mx), Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada; Nayeli*

*Casillas Rodríguez(ncasilla@cicese.edu.mx), Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada; Manuel Iván Ocegueda Miramontes(manuel.ocegueda@uabc.edu.mx), Universidad Autónoma de Baja California; Eliseo Hernández Hernández(ehernan@cicese.mx), Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada; *Expositor.*
Anteriormente se ha demostrado la detección de modulaciones de fase ópticas en interferómetros de auto-referencia utilizando la memoria de fase en transiciones vibracionales-rotacionales de acetileno ($C_2H_2$). Las moléculas excitadas con el haz modulado producen radiación dipolar que se propaga colinealmente, permitiendo así la transformación de la modulación de fase en modulación de intensidad a la salida de la celda. Presentamos mediciones del ruido y resolución de un demodulador de este tipo con una celda de volumen de acetileno comercial. En los experimentos usamos un láser semiconductor de retroalimentación distribuida a 1530.37 nm correspondiente a la línea de absorción P9 del acetileno. El demodulador tiene una respuesta de pasa altas con frecuencia de corte ∼250 MHz. Para frecuencias altas (>300 MHz) el ruido de intensidad de láser baja al nivel de ruido fotónico, pero el sistema necesita compensación de ruido de fase cuando se sintoniza a un lado de la línea de absorción donde la respuesta del demodulador es lineal.

***Astrofísica***
***Sala uno***

10:45 - 11:00 **Análisis estructural de M82 con polarización y gas molecular** *Abraham Luna Castellanos* (aluna@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofisica Óptica y Electrónica; *Expositor.*
La galaxia M82 pertenece al grupo de galaxias M81 y NGC3077 con quienes se sabe ha interactuado en el pasado reciente. Esta interacción a detonado intensa formación estelar en M82, siendo esta el prototipo de "núcleo activo de Galaxia" (AGN) mas cercano. Con la finalidad de mejorar nuestro conocimiento de la estructura global de la galaxia M82, analizamos observaciones de polarimetría en el cercano infrarrojo (NIR), en particular en la banda H (1.65 micrómetros) obtenidas con POLICAN en el Observatorio Astrofísico Guillermo Haro en Cananea Sonora. La estructura global conocida de M82 es de su disco inclinado 77 grados con respecto al plano del cielo, que alberga un débil patrón espiral perturbado por la interacción con M81 y de cuya región central emergen perpendicularmente un par de flujos bipolares ionizados (Mayya, Carrasco, and Luna 2005). Las imágenes de polarimetría nos permiten diferenciar entre la región central, el disco y los flujos bipolares, a una resolución espacial gruesa de aproximadamente 9arcsec; esto se observa a través del comportamiento característico del ángulo del vector de polarización. Datos espectroscópicos de emisión de CO (Walter et al. 2002) e imágenes públicas en otras bandas del espectro, nos permitieron hacer un análisis estructural por "canal de velocidad" de la región central del disco. El análisis por canal muestra correlación espacial que hemos asociado a los brazos espirales, siendo los procesos de reflexión y dispersión los principal mecanismos para la polarización lineal observada en M82 en bandas del NIR.

***Dinámica de Fluidos***
***Sala cinco***

10:45 - 11:00 **ANÁLISIS NUMÉRICO DE TRANSFERENCIA DE CALOR EN FLUIDOS** *Rodrigo Xicale De Aquino* (rodrigo.xicaled@alumno.buap.mx), Facultad de Ingeniería, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Víctor Manuel Vázquez Báez(manuel.vazquez@correo.buap.mx), Facultad de Ingeniería, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Emmanuel Aguilar Rosas(emmanuel.aguilarr@alumno.buap.mx), Facultad de Ingeniería, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; David Pérez Monzón(david.perezmon@alumno.buap.mx), Facultad de Ingeniería, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; José Miguel Jácome Suárez(jose.jacome@alumno.buap.mx), Facultad de Ingeniería, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*
La transferencia de calor ocurre en distintos procesos de ingeniería, el medio ambiente y los organismos vivos. Todos los procesos de producción de poder involucran flujos y la transferencia de calor es esencial en dichos procesos, como en los intercambiadores de calor de las aeronaves, donde su funcionamiento depende de los fluidos, sus propiedades y dinámica; y en última instancia el intercambio de calor. Mediante el método de los volúmenes finitos podemos discretizar y resolver numéricamente las ecuaciones diferenciales de la dinámica de los fluidos involucrados a fin de poder comprender dichos procesos y predecir su comportamiento. Esta predicción nos permite reducir costes, ser más rápidos y con información detallada. Trabajando con sistemas de una, dos o tres dimensiones, podemos simular sistemas de fluidos con condiciones ideales o lo más apegados a la realidad posible. Este trabajo hace énfasis en el desarrollo de los métodos numéricos utilizando los algoritmos SIMPLE y SIMPLER aplicados a flujos con turbulencia o en geometrías como las de los intercambiadores de calor.

***Estado Sólido***
***Sala dos***

10:45 - 11:00 **Óptica electrónica en uniones pn rectas y circulares de grafeno** *Emmanuel Paredes Rocha* (eparedes@icf.unam.mx), Instituto de Ciencias Físicas, Universidad Nacional Autónoma de México; Yonatan Betancur Ocampo(ybetancur@icf.unam.mx), Instituto de Ciencias Físicas, Universidad Nacional Autónoma de México; Thomas Stegmann(stegmann@icf.*

*unam.mx), Instituto de Ciencias Físicas, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*
Estudiamos el transporte electrónico cuántico en uniones pn rectas y circulares de grafeno, donde la interfaz entre la región p y la región n puede ser suave o abrupta. Modelamos dopaje de las nanocintas con un potencial electrostático dependiente de la posición, que se puede realizar experimentalmente. Utilizamos la descripción de amarre fuerte y el método de funciones de Green fuera del equilibrio (NEGF) para calcular la densidad de corriente en nuestros nanosistemas. Consideramos bajas energías para estar en el régimen de electrones de Dirac. Dado que tenemos transporte balístico, usamos la teoría de la óptica geométrica con índice de refracción variable para hacer una descripción semiclásica de las trayectorias de los electrones y comparamos éstas con la densidad de corriente. Mostramos en general el acuerdo entre la óptica geométrica y el transporte cuántico. Por la naturaleza ondulatoria de los electrones, y el hecho que inyectamos haces electrónicos con ancho finito, observamos fenómenos ondulatorios como interferencia, difracción del haz electrónico y transmisión mediante ondas evanescentes por zonas que son prohibidas energéticamente. Mostramos que estos efectos de interferencia son predominantes en el centro de las uniones circulares, y que depende fuertemente de los los parámetros del potencial aplicado.
Se agradece al proyecto UNAM PAPIIT IA103020.

***Física Nuclear***
***Sala tres***

10:45 - 11:00 **Montaje e instalación del espectrómetro de Bonner extendido en el Centro Nuclear de México, resultados finales.** *Miguel Ángel Sánchez González* (miguelsgfciencias@gmail.com), Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma del Estado de México; Armando Varela(armando.varela@inin.gob.mx), Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares; Rafael Policroniades(rafael.policroniades@inin.gob.mx), Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares; Eliud Moreno(eliud.moreno@inin.gob.mx), Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares; Ghiraldo Murillo(ghiraldo.murillo@inin.gob.mx), Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares; Efraín Chávez Lomelí(chavez@fisica.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; Arcadio Huerta Hernández(arcadio@fisica.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*
Se presentan los resultados obtenidos del conteo de neutrones producidos por la radiación cósmica en latitudes del Centro Nuclear de México (3000 m), utilizando el espectrómetro de Bonner construido conjuntamente por el ININ y el IFUNAM, para estudiar las diferentes dosis ambientales.

***Óptica***
***Sala cuatro***

10:45 - 11:00 **Polarimetría por interferencia de haces Full-Poincaré** *Luis Garza-Soto* (Luis.Garza.Soto@gmail.com), Tecnológico de Monterrey; Dorilian Lopez-Mago(dlopezmago@tec.mx), Tecnológico de Monterrey; *Expositor.*
En el presente trabajo presentamos un método de polarimetría por medio de interferencia de haces Full-Poincaré (FP). Considerando que cambios en polarización introducen una fase geométrica, para un haz FP, cuyo estado de polarización varía espacialmente, la fase geométrica tendrá dependencia espacial. Para sistemas homogéneos los puntos de máxima y mínima fase geométrica están directamente relacionados a las eigenpolarizaciones. Al interferir un haz FP que pasa por un sistema de retardadores con un haz FP de referencia, la interferencia dependerá del perfil transversal del haz. Al corregir la fase con un cambio de camino óptico en un brazo del interferómetro se pueden encontrar los puntos de máxima intensidad en la interferencia, que corresponden a las eigenpolarizaciones. De la intensidad observada al corregir la fase se puede calcular la fase geométrica introducida a las eigenpolarizaciones y la retardancia del sistema. Se presentan simulaciones de dichos haces pasando por un sistema de retardadores conocido, en específico el sistema QHQ. Se muestra también el análisis de la intensidad para determinar las eigenpolarizaciones y sus respectivas fases geométricas al igual que la retardancia.

***Física de Plasmas***
***Streaming***

11:00 - 12:00 **Plasmas inducidos por láser: un fantástico medio para la fabricación de nanomateriales y el análisis elemental de muestras** *Citlali Sánchez Aké* (citlali.sanchez@icat.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología; Tupak García Fernández(tupak.garcia@uacm.edu.mx), Universidad Autónoma de la Ciudad de México; Mayo Villagrán Muniz(mayo.villagran@icat.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*
Los plasmas inducidos por láser han sido utilizados en las últimas décadas en una gran variedad de aplicaciones incluyendo la detección de contaminantes en múltiples medios, la conservación del patrimonio cultural o su uso como herramienta en el campo clínico, por mencionar algunas. En esta plática describiremos la formación de estos plasmas y su uso en la fabricación de materiales con dimensiones nanométricas y como técnica analítica para el análisis elemental de sustancias. Básicamente, el plasma se forma al concentrar un haz láser en un área pequeña para alcanzar una densidad de potencia del orden de 107-1010 W/cm2, valor que es fácilmente alcanzado con

láseres pulsados en el rango de nanosegundos. Si el haz láser se enfoca sobre la superficie de un material sólido, se produce la evaporación local de sus capas superficiales y la formación de plasma cuya temperatura y densidad inicial son aproximadamente 10000-50000 K y 1019 cm-3, respectivamente. Este plasma contiene, además de electrones, átomos, iones, moléculas, agregados y partículas provenientes del material sólido, cuya dinámica de expansión depende del medio en que se realiza el experimento (líquido o gas). La detección del espectro de emisión óptica de estos plasmas permite la identificación de los elementos de la muestra irradiada. Como es fácil de implementar, este método se usa para la caracterización de muestras ya sea en laboratorio o en campo, incluso en condiciones extremas como el fondo del océano o en Marte. Por otro lado, cuando el experimento se produce en un medio a baja presión (cámara de vacío), el plasma que contiene átomos de la superficie irradiada puede servir como medio para transportar estos átomos a otra superficie, permitiendo así el depósito de nano-islas, nanopartículas y películas delgadas. Se mostrarán ejemplos de estas aplicaciones y se hará una revisión de los avances más significativos de la técnica.

***Enseñanza***
***Webinar***

12:00 - 13:00 **La Enseñanza de la Física en México: historia, perspectiva, retos, ¿cómo lo enfrentamos?** *Areli Montes Pérez* (arelimp@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Ciencias Físico Matemáticas; *Expositor.*
En la actualidad, la alfabetización científica es una necesidad para todos, todos necesitamos utilizar la información científica para entender el porqué de ciertos mecanismos, fenómenos físicos, para ser capaces de implicarnos en discusiones públicas acerca de asuntos importantes que se relacionen con la ciencia y tecnología. Así mismo, todos merecemos compartir la emoción y realización personal que puede producir la comprensión del mundo natural. En la presente plática, se aborda el tema de la enseñanza de las ciencias en México desde el punto histórico, mostrando la perspectiva que ha venido evolucionando a través de los años a nivel nacional, abordando los retos actuales y cómo es que lo enfrentan los diferentes niveles educativos, tomando como referente el estado de Puebla.

***Gravitación y Física Matemática***
***Streaming***

13:00 - 14:00 **La cosmología del siglo XXI** *Luis Arturo Ureña López* (lurena@ugtomx.onmicrosoft.com), Universidad de Guanajuato; *Expositor.*
Las primeras dos décadas del siglo XXI han sido prolíficas en la obtención de datos sobre diversos fenómenos cosmológicos, los cuales nos han permitido establecer de manera coherente un modelo estándar para la evolución del Universo. En esta plática, haremos un recuento de las principales observaciones y del progreso teórico que han provocado en nuestra imagen del Universo y, muy en particular, en el refinamiento de los modelos de dos componentes, la materia oscura y la energía oscura, que juntas hacen el 96% del contenido material total. Cerraremos con comentarios generales sobre el futuro de las observaciones cosmológicas y las perspectivas que nos darán para identificar a las componentes oscuras del Cosmos.

***Astrofísica***
***Sala uno***

16:00 - 16:30 **Star Formation in Super Star Clusters from the local Universe to high redshift** *Ricardo Chávez Murillo* (r.chavez@irya.unam.mx), Instituto de Radioastronomía y Astrofísica, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*
Over the last decade we have performed a series of spectroscopic and photometric studies of the kinematics and energetics of massive star formation, form the local example of 30 Dor to high redshift (z  3). In this talk I will review our main findings on the star formation in the context of Super Star Clusters and its influence on the interstellar medium. I will argue that Super Star Clusters are an excellent laboratory to study the evolution of the Universe.

***Física Atómica y Molecular***
***Sala siete***

16:00 - 16:30 **PUNTOS CUANTICOS Y RADIACION ELECTROMAGNETICA MULTIPOLAR EN TOROIDES CILINDRICOS.** *Humberto Torres Bustamante* (lfhumberto@ciencias.unam.mx), Universidad Nacional Autonoma de Mexico; *Expositor.*
Eugenio Ley Koo (Presentador) y Humberto Torres Bustamante, Instituto de Física UNAM
Las motivaciones de esta contribución son el interés creciente en materiales topológicos, por una parte, y observaciones recientes de interacciones dipolares toroidales, por la otra [1]. En este trabajo se reportan los resultados de la modelación de puntos cuánticos como un electrón confinado en un toroide cilíndrico, y de la solución de las ecuaciones de Maxwell para los modos normales de la radiación electromagnética multipolar eléctrica, magnética y toroidal en cavidades de resonancia y antenas de eficiencia óptima y sus fuentes respectivas distribuidas en toroides cilíndricos. Ambos problemas admiten soluciones exactas y comparten constantes de movimiento comunes. Para el modelo del punto cuántico con confinamiento de paredes impenetrables se obtienen el espectro de energias y las eigenfunciones que se anulan en la superficie toroidal. En el problema de radiación, los modos de cavidad de resonancia satisfacen la condición de

frontera de Dirichlet, y los modos de antena condiciones de frontera de Neumann.

[1] E. Ley-Koo, Recent progress in confined atoms and molecules: Superintegrability and symmetry breakings. Rev. Mex. Fis. Vol. 64 325-363 (2018).

***Física de Plasmas***
***Sala dos***

16:00 - 16:30 **Effect of material selection o the performance of hybrid fission-fusion systems for nuclear fuel breeding** *Martín De Jesús Nieto Pérez* (m.nieto@ieee.org), Instituto Politécnico Nacional; José Humberto Salazar Cravioto(jhumberto.slzr@gmail.com), Instituto Politécnico Nacional; Gonzalo Ramos López(gramos@ipn.mx), Instituto Politécnico Nacional; *Expositor.*

According to the latest estimates, natural uranium reserves can sustain the current fleet of nuclear reactors for another 100 years, and any significant growth in nuclear generation capacity will only reduce that time horizon. Fast reactors hold the promise of extending the fuel reserves by creating their own fissile material while they burn it, but that has been found challenging as evidenced by the Phenix and Super-Phenix projects in France. The idea of using energetic fusion neutrons to perform the task of breeding fissile fuel has been floating around since the mid-1950s and has attracted fluctuating interest. In this talk, studies dealing with the efficiency of a fission-fusion hybrid based on a low aspect ratio tokamak as a neutron source will be presented. It is shown that the choice of materials for tritium breeding, neutron multiplication, and coolant are key in defining the performance of the system for breeding U-233 from T-232 fertile material. Results showing the effect of material selection on performance regarding PWR thermal reactor support ratio will be presented.

***Gravitación y Física Matemática***
***Sala tres***

16:00 - 16:30 **Espacio fase clásico para teorías de campo definidas en regiones con frontera** *Tatjana Vukasinac* (tatjana@umich.mx), Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH); *Expositor.*

En esta plática vamos a dar un repaso del impacto de fronteras en la formulación canónica de teorías de campo con simetrías de norma. En la presencia de fronteras la teoría puede necesitar ciertas modificaciones, como son la adición de términos de frontera en la acción canónica, la estructura simpléctica y generadores de simetrías de norma. Comentaremos sobre las consecuencias que tienen estas modificaciones en el caso general y especialmente en la teoría de gravedad en el formalismo de primer orden.

***Nanociencias y Nanotecnología***
***Sala cinco***

16:00 - 16:30 **Transition metal dichalcogenides: properties and applications** *Andrés De Luna Bugallo* (aluna@cinvestav.mx), Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, Unidad Querétaro, Departamento de Materiales Optoelectrónicos; *Expositor.*

During the first part of this talk I will give a brief and general introduction to 2D materials. Then I will discuss the methodology used to synthetized molybdenum disulfide (MoS2) monolayers using alkali metal halides (AMH), in particular, I will show the impact of the use AMH promoters on the structural and optical properties of MoS2 layers. Finally I will talk about a novel optoelectronic device to control in real time the photoluminescence emission by excitonic resonance of atomic thin MoS2 monolayers with gap-surface-plasmon (GSP) metasurfaces.

***Astrofísica***
***Sala uno***

16:30 - 16:45 **Observaciones de HST y MUSE de una de las galaxias cercanas con menor contenido en metales** *Anna Feltre(feltre.anna@gmail.com), INAF – Osservatorio di Astrofisica e Scienza dello Spazio di Bologna; Alba Vidal-García(alba.vidal@phys.ens.fr), Institut d´Astrophysique de Paris y ENS; Aida Wofford* (awofford@astro.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

Entre las galaxias enanas tipo starburst más pobres en metales y más cercanas que conocemos, SBS 0335-052E es la que cuenta con la emisión nebular integrada en la línea de He II 4686 más luminosa. Esto la convierte en un objetivo único para probar modelos de síntesis de poblaciones y herramientas de interpretación espectral del tipo que se utilizarán para interpretar observaciones UV en reposo de galaxias primordiales que se obtendrán con futuros grandes telescopios. Los intentos anteriores para reproducir la luminosidad en la línea de He II 4686 de la galaxia encontraron que las fuentes de rayos X, los choques radiativos y las estrellas tipo Wolf-Rayet no son las fuentes principales de fotones que ionizan al He II; y que sólo se puede reproducir con estrellas individuales que rotan y que son libres de metales, o con estrellas binarias con una distribución en masa caracterizada por un exceso de estrellas masivas y con metalicidades sumamente bajas y poco realistas. Encontramos evidencia de la presencia de estrellas muy masivas en la galaxia. Con el fin de poner a prueba modelos de formación estelar constante con estrellas individuales que no rotan y que incluyen a estrellas muy masivas, utilizamos diferentes conjuntos de observables UV (HST COS) y ópticos (VLT MUSE) que integran la luz de cuatro super cúmulos de estrellas en SBS 0335-052E. Las observaciones presentan líneas UV de emisión nebular de He II, C III], C IV, y O III] con

anchos equivalentes entre 1.7 y 5 Ang., y C IV con un perfil tipo P-Cygni. El ajuste simultáneo de los flujos de todas las líneas UV de alta ionización requiere de una metalicidad sumamente baja y no realista. El ajuste del perfil P-Cygni + las componentes nebulares de C IV 1548, 1551 no constriñe la metalicidad estelar y el tiempo desde el comienzo de la formación de estrellas. Encontramos que modelos de choque de extremadamente baja metalicidad, tampoco explican concientes de líneas observadas. Obtenemos 12 + log (O / H) = 7.45+/- 0.04 y log (C / O) = - 0.45(+ 0.03/- 0.04) para la región observada. Pruebas de modelos como los que se presentan se beneficiarían altamente de observaciones de mayor resolución espacial, las cuales se obtendrán en el futuro.

***Estado Sólido***
***Sala dos***

16:00 - 16:30 **Transición metal-aislante en materiales con estructura de doble perovskita** *Oracio Navarro* (navarro@unam.mx), Unidad Morelia del Instituto de Investigaciones en Materiales, UNAM; *Expositor.*
Uno de los materiales mas prometedores para aplicaciones en dispositivos espintrónicos, son sin duda las dobles perovskitas medio-metálicas, en particular, la doble perovskita ferromagnética Sr2FeMoO6 que tiene una alta temperatura de Curie, temperatura ambiente. Algo sobresaliente en este tipo de compuestos es que, al doparlos con Re, crece la temperatura de Curie y se refuerza su carácter ferromagnético, sin embargo, al doparlos con W, ocurre una transición metal-aislante que lo convierte en un aislante anti-ferromagnético. En este trabajo se hace un análisis de este tipo de sistemas, tomando en cuenta la fuerte correlación electrónica del compuesto y usando el formalismo de las funciones de Green y el campo medio dinámico. Los resultados muestran las propiedades electrónicas y magnéticas del sistema, además de un valor critico del dopaje para la transición.

16:30 - 16:45 **Estabilidad de Superficies $CsPbX_3$ (001): Estudio de primeros principios** *Sergio Alejandro López Sandoval* (sergio.lopezsnd@uanl.edu.mx), Universidad Autónoma de Nuevo León; Edgar Martínez Guerra(edgar.martinezgrr@uanl.edu.mx), Universidad Autónoma de Nuevo Léon; Hector Noe Fernández Escamilla(noefdz@cnyn.unam.mx), Centro de Nanociencias y Nanotecnología, Universidad Nacional Autónoma de México; Rodrigo Ponce Perez(rponce@cnyn.unam.mx), Centro de Nanociencias y Nanotecnología, Universidad Nacional Autónoma de México; Jonathan Guerrero Sánchez(guerrero@cnyn.unam.mx), Centro de Nanociencias y Nanotecnología, Universidad Nacional Autónoma de México; Noboru Takeuchi Tan(takeuchi@cnyn.unam.mx), Centro de Nanociencias y Nanotecnología, Universidad Nacional Autónoma de Nuevo León; *Expositor.*
Las películas delgadas de perovskitas inorgánicas tales como las $CsPbX_3$ son fuertes candidatas en muchas aplicaciones como los diodos emisores de luz y fotodetectores debido a su brecha energética prohibida. No obstante, a sus características electrónicas, son superficies inestables a temperatura ambiente y es crítico determinar las condiciones termodinámicas que tienen lugar durante su crecimiento. Las energías de formación y los niveles de transición de carga en la perovskita inorgánica $CsPbX_3$ se estudiaron a partir de cálculos de primeros principios. Para ello, investigamos la estabilidad relativa de las superficies $CsPbX_3$ en distintas condiciones de composición. En este estudio, se realizó un análisis termodinámico de la estabilidad superficial en la dirección [001] con diferentes terminaciones. Utilizamos la energía de formación superficial y la entalpía de formación como el nivel más básico de descripción termodinámica. Obtuvimos ecuaciones analíticas como función de los potenciales químicos de las diferentes especies y las energías de los modelos de las distintas superficies y terminaciones. Estas cantidades fueron calculadas con la Teoría del Funcional de la Densidad (DFT). Utilizamos ondas planas, definiendo energías de corte para las ondas planas (50 Ry) y para la densidad de carga (500 Ry) para cada una de las estructuras, con pseudopotenciales ultrasuaves (Funcional de correlación e intercambio PBE: Perdew-Burke-Ernzerhof), completamente relativistas para los elementos mas pesados y semirelativistas para los ligeros. Encontramos que las superficies $CsPbX_3$ terminadas en $CsX$ son mas estables que las $PbX_2$. Las gráficas de potencial químico muestran que las terminaciones pueden coexistir con una condición dominante de las superficies con terminaciones $PbX_2$ en todos los sistemas. Estos resultados son importantes para un mejor control en la síntesis de perovskitas $CsPbX_3$, quedando explícito las terminaciones que deben pasivarse para prevenir su degradación.

***Física Atómica y Molecular***
***Sala siete***

16:30 - 16:45 **Estados excitados superiores y espectro de absorción de dos fotones de pigmentos orgánicos** *Luis Guillermo Mendoza Luna(luisgml@xanum.uam.mx), catedratico CONACYT-Universidad autónoma metropolitana; Yolotzin Mariana Morales Pacheco* (dacopacheco@gmail.com), Universidad Autónoma Metropolitana; Emmanuel Haro Poniatowski(haro@xanum.uam.mx), Universidad Autónoma Metropolitana; José Luis Hernández Pozos(jlhp@xanum.uam.mx), Universidad Autónoma Metropolitana; *Expositor.*
Los materiales que tienen propiedades de absorción de dos fotones (2PA) son usados en diversas tecnologías

emergentes como son el control coherente con láser, fotofarmacología, almacenamiento 3D, o en generación de imágenes tridimensionales de tejido biológico [1,2]. En este trabajo, se estudió la eficiencia de 2PA en una molécula de colorante mediante la técnica de fluorescencia inducida por dos fotones (TPIF por sus siglas en inglés) [3]. Se midió la banda completa 2PA de los estados electrónicos superiores por medio de un sistema láser de femtosegundos acoplado a un OPA, excitando las muestras en un intervalo entre 850 y 1000 nm. Las rodaminas 610 y 590 se utilizaron como estándar y validación, respectivamente. También se midieron secciones eficaces de 2PA relevantes para estos colorantes. Se buscó determinar las propiedades ópticas que permitan proponer a este tipo de colorantes para su uso en tecnologías que impliquen procesos iniciados por 2PA; esto permitirá brindar mayor selectividad y control espacial y temporal de diversos procesos iniciados desde estados electrónicos superiores.
Palabras clave: Colorantes, absorción de dos fotones, Sección transversal, estados electrónicos superiores, Fluorescencia.
Referencias [1] A. Konar, D. Shah, V. Lozovoy, and M. Dantus. J. Phys. Chem. Lett. 2012, 3, 1329−1335 [2] F. Friedrich, et al., Chem. Commun., 51, 15382 (2015). [3] Oulianov, D. A., Optics communications, 191, 235-243 (2001).

***Física de Plasmas***
***Sala dos***

16:30 - 16:45 **Cálculo del potencial eléctrico con un modelo de equilibrio local en el estelerador TJ-II*** *César Romeo Gutiérrez Tapia* (cesar.gutierrez@inin.gob.mx), Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares; Alexander Melnikov(melnikov_07@yahoo.com), Kurchatov Institute, Moscow (Rusia); *Expositor.*
La comparación de los coeficientes de transporte experimentales y teóricos es generalmente difícil, parcialmente debido a las incertidumbres en los perfiles de las fuentes de calor y partículas. Por otro lado, considerando que en los esteleradores los flujos neoclásicos no son intrínscamente ambipolares, los campos eléctricos y el potencial eléctrico ofrecen una singular oportunidad para la comparación entre la teoría y el experimento. En el caso particular del potencial eléctrico, tenemos que la deriva $\mathbf{E} \times \mathbf{B}$, por las colisiones entre los iones, hace que el potencial cambie en las superficies magnéticas. El efecto de la variación del potencial en las superficies magnéticas es muy importante en el cálculo de los flujos de partículas[1], en la sizalla por rotación del plasma[2] y en el control del transporte de impurezas[1, 3]. En este trabajo a partir del campo eléctrico radial calculado con en código DKES (donde el equilibrio MHD se calcula con el código VMEC), se calcula el potencial eléctrico con un modelo de equilibrio local[4]. Se comparan los resultados teóricos con los potenciales eléctricos experimentales obtenidos con el diagnóstico HIBP. *Trabajo financiado parcialmente por el OIEA (Contrato 22413) y CONACYT (Contrato A1-S-24157). [1] J. M. García-Regaña et al., Nucl. Fusion, 57, 056004 (2017). [2] R. E. Waltz et al., Phys. Plasmas, 6 4265 (1999). [3] A. Mollén et al., Plasma Phys. Control. Fusion, 60, 084001 (2018). [4] R. L. Miller et al., Phys. Plasmas, 5, 973 (1998).

***Física Nuclear***
***Sala cuatro***

16:30 - 16:45 **"El decaimiento $H \to q_i q_j$ mediado por $Z^{'}$ con violación de sabor"** *Guillermo González Estrada* (guille.est@gmail.com), UMSNH; Jorge Isidro Aranda Sanchéz(jarandas@umich.mx), UMSNH; Javier Montaño Domínguez(j.montano.d@hotmail.com), UMSNH; Fernando Iguazú Ramírez Zavaleta(feryuphy@yahoo.com.mx), UMSNH; *Expositor.*
Presentamos el cálculo de la fluctuación cuántica a nivel de 1 lazo del decaimiento del bosón de Higgs a dos quarks distintos, $H \to q_i q_j$, inducido por un nuevo bosón de norma masivo $Z'$ con cambio de sabor predicho en los distintos modelos extendidos $Z'_S$, $Z'_{LR}$, $Z'_\chi$, $Z'_\psi$ y $Z'_\eta$. Aplicamos meticulosas expansiones de serie de Taylor en los factores de forma en la amplitud y sus funciones escalares Passarino-Veltman para deshacernos de los térmimos espurios no dependientes de la masa virtual interna . Analizamos nuestras expresiones y las utilizamos para el cálculo de las razones de decaimiento.

***Gravitación y Física Matemática***
***Sala tres***

16:30 - 16:45 **Teorías métricas con acoplamientos curvatura-materia y sus aplicaciones en cosmología** *Tula Bernal Marín* (tbernalm@chapingo.mx), Universidad Autónoma Chapingo; Ernesto Barrientos Rodríguez(ebarrientos@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México; Sergio Mendoza Ramos(sergio@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*
Se discuten teorías métricas de gravitación con acoplamientos de curvatura-materia, como una extensión relativista de la Dinámica Newtoniana Modificada (MOND). Este tipo de teorías relativistas pueden dividirse en teorías locales y no-locales, cuyas soluciones convergen a MOND en su límite de campo débil. Los modelos tipo-MOND se han mostrado exitosos en reproducir las observaciones en galaxias y grupos de galaxias, sin materia oscura. Para probar estas teorías en cosmología, se muestra la solución a las ecuaciones de campo modificadas, con la aplicación de dos modelos simples con acoplamiento curvatura-materia, que cumplen localidad, para la métrica FLRW con polvo. Con estos resultados se ajustan datos de supernovas tipo Ia y se muestra que es posible reproducir la expansión acelerada del

Universo sin energía oscura, haciendo a estos modelos candidatos viables para explicar la dinámica observada sin componentes oscuros.

***Nanociencias y Nanotecnología***
***Sala cinco***

16:30 - 16:45 **Estudio de primeros principios de las propiedades magnéticas de cúmulos neutros A@$Sn_{12}$ (A = Fe, Co, Ni, Cu, Pt)** *Pedro Gilberto Alvarado Leyva* (pal@fciencias.uaslp.mx), Universidad Autónoma de San Luis Potosí; Elisa Marina Sosa Hernández(elisasosah@gmail.com), Universidad Autónoma de San Luis Potosí; Juan Martín Montejano Carrizales(jmmc@ifisica.uaslp.mx), Universidad Autónoma de San Luis Potosí; *Expositor.*
En este trabajo presentamos un estudio de las propiedades magnéticas de cúmulos neutros A@$Sn_{12}$, dentro del marco de la teoría de la funcional de la densidad implementada en el código VASP. El potencial de correlación-intercambio está en la forma PBE en la aproximación del gradiente generalizado. Nuestros resultados muestran que el estado de mínima energía de todos los cúmulos considerados es un icosaedro y su magnetización corresponde al valor del momento magnético de la impureza A. Hemos tomado el efecto espín-órbita para estudiar la anisotropía magnética y la contribución del momento angular orbital L al momento angular total, J. Para el sistema Fe@$Sn_{12}$, L contribuye al valor de J, este resultado está en desacuerdo con el resultado experimental donde es nula la contribución del momento angular orbital.

***Astrofísica***
***Sala uno***

16:45 - 17:00 **Formación y evolución de galaxias con la nueva generación de censos milimétricos de TolTEC en GTM** *Itziar Aretxaga* (itziar@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; *Expositor.*
TolTEC es la cámara de imagen simultánea a 1.1/1.4/2.1mm de nueva generación que se está construyendo para el Gran Telescopio Milimétrico por un consorcio de siete instituciones encabezadas por la Universidad de Massachusetts, en la que participa el INAOE. Como parte del compromiso del equipo de TolTEC se han aprobado 4 censos públicos, de legado, galácticos y extragalácticos, que previsiblemente se ejecutarán en 2020-2021. En esta reunión se describirán brevemente las características de los censos extragalácticos, y las propiedades de galaxias brillantes en censos similares conducidos con GTM y telescopios similares.

***Estado Sólido***
***Sala seis***

16:45 - 17:00 **Efectos de la pasivación superficial de silicio poroso en la adsorción de gases tóxicos** *José Eduardo Santana Sánchez* (eduardo.santana.gin.2017@gmail.com), Instituto Politécnico Nacional; Francisco De Santiago Varela(francisco.desantiago.gin2014@gmail.com), Instituto Politécnico Nacional; Álvaro Miranda Durán(amirandad@gmail.com), Instituto Politécnico Nacional; Luis Antonio Pérez(lperez@fisica.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Miguel Cruz Irisson(irisson.ipn@gmail.com), Instituto Politécnico Nacional; *Expositor.*
Las nanoestructuras de silicio porosas ofrecen una enorme área superficial, la cual es ideal para la adsorción de gases. Sin embargo, los efectos de la pasivación de dicha superficie, entorno a las propiedades de adsorción de gases, no han sido suficientemente investigadas. Por ello, en este trabajo se propone el estudio de las propiedades de adsorción de dicho material utilizando dos distintos tipos de pasivación: con hidrógeno y con flúor. En particular, la adsorción de moléculas de gases tóxicos como NO, NO2 y SO2 se estudia para ambos casos utilizando Teoría del Funcional de la Densidad, además se estudia la adsorción de O2 que es un gas muy común dentro del mismo ambiente. El silicio poroso se modelo removiendo columnas de átomos a lo largo del eje cristalográfico [1 0 0] en una supercelda perfecta de silicio, generando superficies de adsorción (1 1 0). Una vez que las superficies están totalmente pasivadas, se genera un enlace suelto removiendo un átomo de H(F) que será usado como sitio de adsorción de las moléculas tóxicas. Se calcularon las energías de adsorción, distancias de enlace y transferencias de carga entre las moléculas y el silicio poroso. Además, se obtuvieron las estructuras de bandas electrónicas, las densidades de estados parciales y los mapas de diferencia de densidad de carga. Los resultados numéricos muestran que el tamaño de la brecha de energía, así como los estados dentro de las bandas de conducción y valencia, dependen del agente de pasivante de la superficie y la molécula adsorbida, lo que abre la posibilidad para la detección de moléculas a través de silicio poroso. Adicionalmente, se comprobó que la energía de adsorción de la molécula no depende de la pasivación, y solo está en función de la molécula adsorbida, siendo la energía de adsorción más fuerte para NO (adsorbido a través de N) y O2 en el silicio poroso saturado con F en comparación con su contra parte pasivada con H. Para todos los demás casos, la energía de adsorción de la molécula es mayor para el silicio poroso pasivado con H. La comprensión de la adsorción de moléculas en el silicio poroso pasivado con diferentes agentes como H y F en la superficie del poro, podría conducir al desarrollo de nuevos materiales y aplicarlos a dispositivos como sensores de gases y así traer un beneficio para el medio ambiente.

***Física Atómica y Molecular***
***Sala siete***

16:45 - 17:00 **Ionización de átomos de muchos electrones por la acción de dos modelos de plasma** *Cesar Martínez Flores* (cesar@icf.unam.mx), Universidad Autonoma Metropolitana Iztapalapa; Michael Adan Martínez Sanchez(adan@gmail.com), Universidad Autonoma Metropolitana Iztapalapa; Remigio Cabrera Trujillo(remigi@gmail.com), Instituto de Ciencias Fisicas; Rubicelia Vargas(rubi@gmail.com), Universidad Autonoma Metropolitana Iztapalapa; Jorge Garza(jo@gmail.com), Universidad Autonoma Metropolitana Iztapalapa; *Expositor.*

En este trabajo se resuelven las ecuaciones de Hartree-Fock (HF) para átomos de muchos electrones embebidos en un medio de plasma que se describen a través de dos potenciales modelo: a) Debye-Hückel (DH) y b) Exponential-Cosine-Screened-Coulomb (ECSC). Se emplea el enfoque de Roothaan para resolver las ecuaciones de HF utilizando bases globales. La fiabilidad de este enfoque se verificó resolviendo las ecuaciones de HF para átomos de dos electrones a través de la implementación de dos métodos numéricos: (a) diferencias finitas y (b) elemento finito, obteniendo un excelente acuerdo con el método Roothaan. En todos los átomos estudiados, se obtuvo un valor crítico del medio del plasma para el cual se logra la ionización, siendo sistemáticamente mayor para las condiciones de DH, lo que indica el efecto de un potencial ECSC más repulsivo. Finalmente, se presenta una discusión sobre el efecto del plasma en la localización o deslocalización de la densidad electrónica en términos de cambios en la entropía de Shannon que arrojan resultados consistentes para la deslocalización cerca del umbral de ionización.

***Física de Plasmas***
***Sala dos***

16:45 - 17:00 **Transporte Hamiltoniano turbulento en plasmas magnetizados con flujo** *Julio Javier Martinell Benito* (martinel@nucleares.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México; Jorge Torres Ramos(jorgetr1854@gmail.com), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Carolina Andrea Tafoya Turner(carolinaatt@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

Se estudia el transporte de partículas prueba por la deriva $E \times B$ debido a un espectro infinito de ondas de deriva en dos dimensiones usando un enfoque Hamiltoniano, el cual puede ser reducido a un mapeo en 2D. Se incluyen efectos de radio finito de Larmor (RFL) tomando el giropromedio de las ecuaciones. Se considera la presencia de flujos de poloidales para poder estudiar la formacion de barreras de transporte que comunmente aparecen en plasmas de tokamak; en este caso el mapeo debe ser de 2 pasos. Para amplitudes de onda $A$ grandes se tiene una transición al caos y las barreras se destruyen. Los efectos de RFL tienden a restaurar la barrera, lo que implica que las partículas rápidas cuyo radio de Larmor es grande están mejor confinadas. Para una distribución térmica de RFL, la PDF es no-Gaussiana mientras que el transporte sigue siendo difusivo cuando no hay flujos, Sin embargo en la dirección del flujo se vuelve balístico cuando éste es suficentemente fuerte. Para un flujo que varía linealmente con el radio $r$ se obtiene un transporte balístico puesto que la magnitud del flujo aumenta sin límite al aumentar $r$. Pero si se acota su valor se vuelve subbalístico. Se analizan las oscilaciones del coeficiente de difusión con $A$ analítica y numéricamente. Finalmente se estudia la estabilidad de las barreras de transporte para flujos zonales y monótonos.

***Gravitación y Física Matemática***
***Sala tres***

16:45 - 17:00 **Materia oscura de bosones ultraligeros: formación y estabilidad de halos con multiestados** *Francisco S. Guzmán* (francisco.s.guzman@umich.mx), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.*

Se parte de que la dinámica de la materia oscura bosónica obedece el sistema de ecuaciones de Gross-Pitaevskii-Poisson (GPP). Se presenta las soluciones estacionarias de este sistema con dos estados a la vez, uno asociado al modo esférico y otro a un modo dipolar, ya sea con o sin rotación. Estas configuraciones podrían explicar la trayectoria anisotrópica de galaxias satélite en torno a galaxias huésped y por ello son interesantes. Sin embargo es necesario determinar si son estables y si pueden formarse. Para determinar la estabilidad de dichas soluciones, se aplican perturbaciones y se determina bajo qué condiciones tales configuraciones mixtas son estables. Para avisorar un posible mecanismo de formación, se producen colisiones que dan como resultado configuraciones con las propiedades de las configuraciones mixtas.

***Nanociencias y Nanotecnología***
***Sala cinco***

16:45 - 17:00 **Evaluación fotocatalítica del $SrTiO_3$ dopado con bismuto** *Carlos Eduardo Rodríguez García* (crodriguezgarcia@uadec.edu.mx), Universidad Autónoma de Coahuila; Briseida Guadalupe Esquivel Barajas(briseidaesquivel@uadec.edu.mx), Universidad Autónoma de Coahuila; Christian Gómez Solís(gomez.c@ugto.mx), Universidad de Guanajuato; Roberto Constancio Torres Ramírez(roberto.torres@uadec.edu.mx), Universidad Autónoma de Coahuila; Efraín Viesca Villanueva(eviesca@uadec.edu.mx), Universidad Autónoma de Coahuila; *Expositor.*

En este trabajo, fotocatalizadores de $SrTiO_3$ dopados con bismuto fueron sintetizados mediante el método de sol-gel para la degradación de azul de metileno bajo irradiación solar. Los materiales $SrTiO_3$:xBi se doparon a concentraciones molares de x = 0, 0.5, 1, 2 y

5%mol. Las muestras sintetizadas se caracterizaron por difracción de rayos-X, microscopía electrónica de barrido y espectroscopía de reflectancia difusa. Las especies reactivas de oxígeno durante la degradación también se investigaron utilizando ácido tereftálico y benzoquinona para el $OH^{\cdot}$ y $O_2^-$, respectivamente. Los resultados mostraron que todas las muestras sintetizadas presentaron los picos difractados de la fase cúbica de perovskita $SrTiO_3$. La morfología de todas las muestras exhibe granos irregulares con tamaños en el rango de 0.32-3.23 $\mu$m. Las muestras dopadas mostraron un incremento en la región visible, lo cual se atribuye al dopaje con bismuto. La banda prohibida disminuyó de 3.24 eV a 3.06 eV para la muestra pura y la dopada (x = 1%), respectivamente, lo que es favorable para aumentar la actividad fotocatalítica bajo luz visible. Se alcanzó el 100% de degradación del azul de metileno mediante fotocatálisis solar usando la muestra dopada con x = 1%, que fue superior al 63% alcanzado con la muestra pura. Además, se comprobó que la generación de radicales $OH^{\cdot}$ es el agente reactivo que oxida la molécula de azul de metileno. Esto se verificó mediante estudios de fotoluminiscencia utilizando ácido tereftálico como agente scavenger. Las muestras de $SrTiO_3$ dopadas con bismuto mejoraron la degradación fotocatalítica del azul de metileno, por lo tanto, el fotocatalizador SrTiO3: xBi podría ser un buen candidato en el tratamiento de aguas residuales mediante el proceso de fotocatálisis solar.

17:00 - 17:30 **In search of extragalactic Wolf-Rayet stars: The case of the Antennae** *Víctor Mauricio Alfonso Gómez-González* (mau.gglez@gmail.com), Instituto de Radioastronomía y Astrofísica, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*
Wolf-Rayet (WR) stars are considered descendants of O-type stars. They are often used as indicators of young stellar populations and to study the chemical enrichment of their environments due to their characteristic strong stellar winds enhanced with processed elements. They are also considered as the most suitable candidates for core collapse supernovae (SN) and long-duration soft-gamma ray burst. Here we present the analysis of archive VLT MUSE observations to search for extragalactic WR stars. We report the number, classification and distribution of the WR population in star-forming complexes of the prototypical starburst/merging galaxies, the Antennae. We compare our results with stellar population synthesis models. With this work we are increasing the sample of extragalactic WR stars, SNIbc candidates and and other interesting post-SN by-products.

***Física Atómica y Molecular***
***Sala siete***

17:00 - 17:30 **Campo electromagnético en cavidades de resonancia y antenas esferoidales** *Ricardo Méndez Fragoso* (rich@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Eugenio Ley-Koo(eleykoo@fisica.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; Norberto José Ochoa Blancas(norochoa@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*
En la presente contribución se muestran las soluciones para el campo electromagnético (EM) que son generadas por diferentes distribuciones multipolares de corrientes superficiales sobre un esferoide oblato o prolato. Para ello se resuelven las Ecuaciones de Maxwell con las condiciones a la frontera apropiadas para obtener el campo dentro y fuera de los electrodos, como soluciones de la Ecuación de Helmholtz homogénea. Para momentos eléctricos hay corrientes longitudinal y poloidal como fuentes de campo de intensidad eléctrica con las respectivas direccionalidades, y de campo de inducción magnética toroidal; y para momentos magnéticos hay corriente toroidal como fuente de campo de intensidad eléctrica, también toroidal y campo de inducción magnética poloidal. Se muestra que los campos de intensidad eléctrica son consistentes con la ley de Gauss y la ley de Faraday en la frontera esferoidal, y que los campos de inducción magnética son consistentes con la ley de Gauss y la ley de Ampere en la misma frontera. Adicionalmente, se obtienen las ecuaciones diferenciales de las líneas de campo y su integración, lo cual permite su visualización dentro y fuera del esferoide para cavidades de resonancia y antenas.

***Física de Plasmas***
***Sala dos***

17:00 - 17:30 **Hybrid simulations of edge plasma blobs and 3D filaments in fusion like plasmas** *Francisco A. Calderon* (fcalderon@ucn.cl), Universidad Católica del norte, Chile; Sandra Chapman(S.C.Chapman@warwick.ac.uk), University of Warwick; Richard Dendy(R.Dendy@warwick.ac.uk), Culham Center for Fusion and Energy; *Expositor.*
We present simulations of plasma blobs and filaments, in 2D/3D slab geometry, using a hybrid model of plasmas. Treating ions as particles evolving under the action of Lorentz's force, moving in both space and velocity coordinates, describing the physics for $w < w_c i$ and reducing the costs of full PIC simulation. By treating electrons as a massless charge-neutralizing fluid, in this scheme, Maxwell's equations are combined with the electron momentum equation into a generalized Ohm's law in the limit where electron mass is neglected (Darwin's limit), the unstable growth of 'whistlers' modes is numerically damped. Understanding Edge tokamak plasma instabilities are highly desirable since they are responsible for releasing energy, momentum, and particles towards the walls blankets and the machine divertor. These nonlinear phenomena are characterized for its localization in space, even extending all around the torus in filament-like structures. Filaments are plasma density

inhomogeneities visible at the edge of plasmas in toroidal experiments and other solar and astrophysical plasmas. Nonetheless, in most laboratory plasmas they have been observed and measured presenting rapid unstable growth with time scales not yet fully understand. Moreover, mechanisms for its origin, dynamics, and evolution times are not fully explained. Hence, we have run a series of 2d and 3d simulations taking advantage of ion-particle scales and furthermore the dynamics in longitudinal direction novel of 3d simulations. Compared with previous calculations of 2d blobs implemented by Gingell et al. (2012), we observed better conservation of fluid-like behavior and improved stability of the blob for longer time periods, typical of MHD simulations. We also performed 3D simulations of filaments in our local slab geometry, showing they are stable for much longer times than previously reported for 2d simulations, and also we do not observe rapid evolution of unstable kinetic instabilities along the filament, which is expected given the negligible magnetic field gradients and curvature inside the filament structure.

***Gravitación y Física Matemática***
***Sala tres***

17:00 - 17:15 **Establecimiento y análisis de la ecuación de dispersión en mezcla binarias diluidas autogravitantes en presencia de efectos cruzados** *Alma Rocío Sagaceta Mejía* (alma.sagaceta.mejia@gmail.com), Departamento de Física y Matemáticas, Universidad Iberoamericana; José Humberto Mondragón Suárez(joseh.mosu@gmail.com), Departamento de Física y Matemáticas, Universidad Iberoamericana; Alfredo Sandoval Villalbazo(alfredo.sandoval@ibero.mx), Departamento de Física y Matemáticas, Universidad Iberoamericana; *Expositor.*
En este trabajo se utiliza la teoría cinética para establecer el sistema de ecuaciones de transporte de un sistema autogravitante diluido de dos componentes en el régimen de Navier-Stokes-Fourier. Se muestra que la introducción de la velocidad hidrodinámica en el formalismo permite definir de manera natural los flujos termodinámicos presentes en el proceso físico, los cuales son calculados con base a la solución a orden uno en el parámetro de Kundsen de la ecuación de Boltzmann. Una vez obtenidas las ecuaciones de transporte se realiza un análisis del sistema linealizado sin despreciar los efectos disipativos. Los cálculos muestran términos correctivos para el número de onda de Jeans cuya relevancia depende del escenario físico a considerar.

***Nanociencias y Nanotecnología***
***Sala cinco***

17:00 - 17:30 **Ingeniería de bandas de energía aplicada a líquidos cuánticos** *Edgar Armando Cerda Méndez* (edgar.cerda@uaslp.mx), Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Instituto de Investigación en Comunicación Óptica; *Expositor.*
En este trabajo discutimos la ingeniería de bandas de energía en un sistema híbrido luz-materia [1,2]. El sistema consiste de un resonador óptico en donde están embebido pozos cuánticos. Cuando ambos sistemas están en resonancia, se crean nuevos eigenestados que son parte luz y parte materia llamados polaritones excitónicos. Por su componente fotónica, los polaritones tienen una masa efectiva entre 4 y 5 órdenes de magnitud menor a la del electrón en reposo, y por su componente electrónica, presentan fuertes interacciones que dan lugar a efectos no lineales. Ambos componentes permiten que, bajo ciertas condiciones, los polaritones formen líquidos cuánticos análogos un condensado Bose-Einstein. Dada su pequeña masa, la longitud de coherencia de los polaritones se extiende varios micrómetros, lo que los hace susceptibles a ser modulados por potenciales de esas dimensiones. Usando diferentes técnicas, es posible entonces crear potenciales arbitrarios para diseñar estructuras de bandas que permitan observar fenómenos interesantes similares a los que ocurren en estado sólido. Dicha ingeniería de bandas abre la posibilidad de crear simuladores de sistemas físicos existentes y la creación de novedosos dispositivos optoelectrónicos basados en los mismos. [1] P. Delsing et al., "The 2019 surface acoustic waves roadmap," J. Phys. D: Appl. Phys., vol. 52, no. 35, p. 353001, Jul. 2019, doi: 10.1088/1361-6463/ab1b04. [2] E. A. Cerda-Méndez, D. N. Krizhanovskii, M. S. Skolnick, and P. V. Santos, "Quantum fluids of light in acoustic lattices," J. Phys. D: Appl. Phys., vol. 51, no. 3, p. 033001, 2018, doi: 10.1088/1361-6463/aa9ec7.

***Gravitación y Física Matemática***
***Sala tres***

17:15 - 17:30 **Ecuación de estado no lineal en modelos mundo-brana DGP con K-esencia puramente cinética** *Eduardo Leonardo González Espinosa* (goedl2040@gmail.com), Instituto Politécnico Nacional; Rubén Cordero Elizalde(cordero@esfm.ipn.mx), Instituto Politécnico Nacional; Roberto Arceo Reyes(roberto.arceo@unach.mx), Universidad Autónoma de Chiapas; *Expositor.*
Se investiga la evolución del parámetro de una ecuación de estado no lineal dentro del modelo de K-esencia puramente cinético mismo para describir energía oscura. Se identifica la evolución del factor de escala para poder determinar la posible existencia de singularidades a tiempos futuros finitos. Asimismo, se analiza la evolución de la distancia luminosa en función del corrimiento hacia el rojo (z) dentro del contexto de modelos mundo-brana DGP con campos escalares tipo K-esencia no cinética. Dado que el parámetro de la ecuación de estado depende del corrimiento hacia el rojo (z), las distancias luminosas son analizadas mediante la prueba de Alcock-Paczynsky.

***Astrofísica***
***Sala uno***

17:30 - 17:45 **Notas de Introducción al Medio Interestelar** *Alejandro Raga* (raga@nucleares.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México; Jorge Cantó(juanita@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México; Ary Rodríguez-González(ary@nucleares.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*
Presentamos un libro de libre acceso como apoyo a la clase de medio interestelar. Este libro es un compendio de los temas expuestos en los cursos que hemos dado durante las últimas décadas en el Posgrado de Astrofísica de la UNAM. En este se presenta una introducción a temas como: procesos físicos en regiones ionizadas, dinámica del medio interestelar, jet astrofísicos, etc., que nos permiten entender la estructura del ISM. Este libro espera ser una guía para los estudiantes y futuros profesores de este curso.

***Astrofísica***
***Sala seis***

17:00 - 17:30 **Flujo de corriente en fosforeno: óptica de electrones y guías de onda perfectas** *Thomas Stegmann* (stegmann@icf.unam.mx), Instituto de Ciencias Físicas-UNAM; *Expositor.*
Estudiamos el flujo de corriente balística en el fosforeno, un nuevo material bi-dimensional, que tiene una estructura electrónica altamente anisótropa: En la dirección armchair los electrones se comportan como fermiones masivos de Dirac mientras en la dirección zigzag se comportan como electrones de Schrödinger. Mostramos que el flujo de corriente en una unión pn de fosforeno se comporta como un haz de luz que se refleja y refracta en la interfaz de dos materiales con diferentes índices de refracción. Para uniones paralelas a la dirección zigzag se observa la típica reflexión especular, mientras para uniones paralelas al borde armchair se observa un nuevo efecto llamado tunelamiento anti-super-Klein, la reflexión total para todos los ángulos de incidencia [1]. El tunelamiento anti-super-Klein se puede utilizar para construir una guía de onda perfecta sin perdida por una unión pnp del fosforeno [2].
[1] Y. Betancur-Ocampo, F. Leyvraz, T. Stegmann: Electron Optics in Phosphorene pn Junctions: Negative Reflection and Anti-Super-Klein Tunneling, Nano Lett. 19, 7760 (2019).
[2] Y. Betancur-Ocampo, E. Paredes-Rocha, T. Stegmann: Phosphorene pnp junctions as perfect electron waveguides, arXiv:2006.1244

17:30 - 17:45 **Fenómenos físicos en la soldadura por fricción de metales disímiles y su efecto en la resistencia.** *José Olmos Rincón* (jose.olmosrnc@uanl.edu.mx), Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica.; Moisés Hinojosa Rivera(hinojosamoises@yahoo.fr), Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica.; Alberto Varela Valdez(alberto.varelavldz@uanl.edu.mx), Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica.; José Iván López Salazar(jose.lopez05@metalsa.com), Metalsa Mexico; Natallia Andrea Navarrete Alzate(natalia.navarrete@metalsa.com), Metalsa Mexico; José Mariano Flores Herrera(mariano@flores-h.com), Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica.; *Expositor.*
Una de las estrategias para reducir peso en las estructuras metálicas de vehículos es el uso de materiales disímiles soldados. Por ello, es importante comprender los diversos fenómenos fisicoquímicos y microestructurales involucrados en procesos como la soldadura por fricción en los materiales específicos para estas aplicaciones. En esta investigación se obtuvieron uniones por friccion soldando aluminio 6061-T6 y un acero HSLA variando los parámetros como la velocidad de giro y las fuerzas aplicadas, se usó un torno convencional y un taladro de banco con una herramienta especialmente adaptada. Las uniones obtenidas fueron caracterizadas en su microestructura y propiedades mecánicas, se realizó además el ensayo fractográfico mediante microscopía electrónica de barrido en superficies obtenidas de manera heurística. El principal interés consistió en determinar la influencia de la velocidad de giro, tiempo de forjado y carga normal, en el espesor de la interfase formada y la resistencia de la soldadura. Además, también se estudió la influencia de los compuestos FeAl, Fe3Al, FeAl2, FeAl3, FeAl5, Fe2Al3 en la resistencia a la tensión de la soldadura. Se encontró que conforme se incrementa la velocidad de giro, la carga normal y el tiempo de forjado, se crean uniones por fricción con mayor resistencia a la tensión La mayor presencia de intermetálicos tiende a disminuir la resistencia a la tensión de las uniones, su morfología y tamaño son influidas por la velocidad de giro. Se obtuvieron resultados de resistencia a la tensión superiores a los 30 MPa en las uniones por fricción. El estudio fractográfico indica que los intermetálicos promueven un carácter frágil pero que es posible minimizar su presencia.

***Física de Plasmas***
***Sala dos***

17:30 - 17:45 **Análisis de estabilidad lineal de un plasma axisimétrico con rotación toroidal difusa** *Omar Eulogio López Oritz* (oel0001@auburn.edu), Auburn University; *Expositor.*
Los plasmas confinados magnéticamente pueden mostrar flujos toroidales significativos. En consecuencia, las propiedades MHD de los plasmas en rotación han sido

objeto de un amplio trabajo teórico. En este trabajo, estudiamos los efectos de la cizalladura del flujo toroidal en la estabilidad de los modos externos n=1 con paredes ideales. El análisis se basa en un equilibrio para un plasma con beta alta y con perfiles difusos tanto para el factor de seguridad, como para la frecuencia angular toroidal. Para un plasma con razón de aspecto grande y una sección transversal circular, se ilustra que una cizalladura magnética positiva tiene una influencia estabilizadora; así mismo, se muestra que la cizalla del flujo puede inducir una variación en la posición de la pared para la estabilidad marginal del mismo orden de magnitud que aquella inducida por un plasma que posee una frecuencia angular rígida comparable.

***Gravitación y Física Matemática***
***Sala tres***

17:30 - 17:45 **Representación hidrodinámica de fermiones de Dirac en espacio-tiempo curvos** *Omar Gallegos Santiago* (ogallegos@fis.cinvestav.mx), Cinvestav-IPN; Tonatiuh Matos Chassin(tmatos@fis.cinvestav.mx), Cinvestav-IPN; *Expositor.*
Se estudia una representación hidrodinámica de la ecuación de Dirac en un espacio-tiempo curvo arbitrario acoplada a un campo electromagnético. Esta representación nos ayudara a obtener contantes y ecuaciones de movimiento. Además, logramos obtener una ecuación de Euler, la cual se puede interpretar como una ecuación de balance de la energía de este tipo de partículas.

***Nanociencias y Nanotecnología***
***Sala cinco***

17:30 - 17:45 **USO DE EPS-RECICLADO PARA LA SÍNTESIS DE NANO Y MICROESTRUCTURAS DE CARBONO.** *David Ricardo Poiré De La Cruz* (davidpoire_86@yahoo.com.mx), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Diana Litzajaya García Ruiz(dilitzagaru@gmail.com), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Juan Luis Ignacio De La Cruz(cj_luis9845@hotmail.com), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Carmen Judith Gutiérrez García(judithguga54@gmail.com), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Jael Madai Ambriz Torres(jaelmadai_89@hotmail.com), Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Morelia (División de Estudios de Posgrado e Investigación); Francisco Gabriel Granados Martínez(grana2francisco@gmail.com), Universidad Nacional Autónoma de México, Unidad Morelia; José De Jesús Contreras Navarrete(josecontrerasna@gmail.com), Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Morelia (División de Estudios de Posgrado e Investigación); Orlando Hernández Cristóbal(microscopia@enesmorelia.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México, Unidad Morelia; Luis Bejar Gomez(lbejargomez@yahoo.com.mx), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Lada Domratcheva Lvova(ladamex@yahoo.es), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.*
Las nanoesferas y microesferas de carbono han sido recientemente descubiertas e investigadas, debido a sus propiedades únicas que favorecen numerosas aplicaciones por ejemplo; revestimiento de electrodos, material de refuerzo en compuestos, absorción de gas, material lubricante, etc. La técnica de deposición química de vapor se prefiere por sobre otros métodos de síntesis de nanoestructuras, ya que es método fácilmente escalable y asequible que permite obtener una amplia variedad de nanoestructuras de carbono, con sus diversas morfologías y propiedades. En respuesta a la necesidad de metodos de síntesis más económicos, ecológicos y sustentables, Anastas propuso los principios de química verde, que contribuyen a la reducción de desechos y emisiones de estos procesos. En este trabajo proponemos la síntesis de nano y microesferas de carbono, utilizando como precursor el poliestireno expandido reciclado, como una alternativa sustentable y amigable con el medio ambiente. La síntesis de las nanoestructuras de carbono se llevó a cabo mediante la técnica de deposición química de vapor, aplicando los principios de la química verde. La ventaja de esta investigación es que las nanoestructuras de carbono se obtuvieron sin la presencia de un catalizador, a cortos plazos de síntesis, bajas temperaturas y a presión atmosférica. La síntesis se llevó acabo en un reactor de cuarzo, a diferentes temperaturas, manteniendo un flujo bajo de un gas inerte, a 30 minutos. Las muestras sintetizadas se caracterizaron mediante SEM, determinando la morfología de las nanoesferas y microesferas de carbono. El análisis EDS mostró un alto porcentaje de contenido de carbono. Los espectros de RAMAN mostraron la banda D atribuida a los defectos y la banda G relacionada con el grado de grafitización. La cristalinidad y los planos característicos, se obtuvieron por XRD. La FTIR de las esferas de carbono mostraron principalmente las bandas de OH, CH2 y C=O.

***Astrofísica***
***Sala uno***

17:45 - 18:00 **Laboratorio Nacional de Clima Espacial: Investigación aplicada en temas de soberanía y seguridad nacional.** *Juan Américo González Esparza* (americo@igeofisica.unam.mx), Laboratorio Nacional de Clima Espacial, Instituto de Geofísica, UNAM; Ernesto Aguilar Rodríguez(ernesto@igeofisica.unam.mx), Laboratorio Nacional de Clima Espacial, Instituto de Geofísica, UNAM; Pedro Corona Romero(piter.cr@gmail.com), Laboratorio Nacional de Clima Espacial, Instituto de Geofísica, UNAM; Maria Sergeeva(sergeeva@igeofisica.unam.mx), Laboratorio*

*Nacional de Clima Espacial, Instituto de Geofísica, UNAM; Luis Xavier González Méndez(xavier@igeofisica.unam.mx), Laboratorio Nacional de Clima Espacial, Instituto de Geofísica, UNAM; Julio Mejia Ambriz(jcmejia@geofisica.unam.mx), Laboratorio Nacional de Clima Espacial, Instituto de Geofísica, UNAM; José Juan González Avilés(jjgonzalez@igeofisica.unam.mx), Laboratorio Nacional de Clima Espacial, Instituto de Geofísica, UNAM; Ernesto Andrade Mascote(eandrade@igeofisica.unam.mx), Laboratorio Nacional de Clima Espacial, Instituto de Geofísica, UNAM; Pablo Villanueva Hernández(pablo@geofisica.unam.mx), Laboratorio Nacional de Clima Espacial, Instituto de Geofísica, UNAM; Esmeralda Romero Hernández(esmeralda.romerohdz@uanl.edu.mx), Laboratorio Nacional de Clima Espacial, UANL; Eduardo Pérez Tijerina(eduardo.pereztj@uanl.edu.mx), Laboratorio Nacional de Clima Espacial, UANL; *Expositor.*

El Laboratorio Nacional de Clima Espacial (LANCE) desarrolla y opera redes de instrumentos para medir los efectos de los eventos de la actividad solar sobre el entorno cercano de la Tierra y sus repercusiones sobre el territorio nacional. Una tormenta solar es un evento explosivo en la superficie del Sol que se puede manifestar como: un intenso estallido de luz (fulguración solar), aceleración de partículas a velocidades relativistas (evento de partículas energéticas solares), y la expulsion de una nube de materia y campo magnético de la atmósfera de la estrella (eyección de masa coronal). Estos tres eventos producen diferentes afectaciones sobre el entorno espacial de la Tierra y pueden degradar y dañar la operación de sistemas tecnológicos indispensables (satélites, telecomunicaciones, sistemas de posicionamiento global, navegación aérea, y redes de generación y distribución de energía eléctrica, entre otros). El LANCE, a través de su servicio de clima espacial (SCIESMEX) proporciona un sistema de alerta temprana de eventos de actividad solar al Sistema Nacional de Protección Civil (SINAPROC). Desarrolla con la Comisión Federal de Electricidad (CFE) un estudio para valorar la vulnerabilidad de la red eléctrica nacional ante eventos de clima espacial. Desarrolla también una red de instrumentos para monitorear el estado de la ionosfera y afectaciones a las telecomunicaciones sobre el territorio nacional. Las observaciones de las redes del LANCE son datos estratégicos en términos de soberanía y seguridad nacional.

## ***Estado Sólido***
### ***Sala seis***

17:45 - 18:00 **Ajuste dinámico de gap en semimetales anisotrópicos de Dirac mediante luz polarizada elípticamente en régimen de campo eléctrico intenso: Aplicación en Borofeno 8-Pmmn** *Víctor Guadalupe Ibarra Sierra* (vickkun@fisica.unam.mx), Instituto de Física Universidad, Nacional Autónoma de México; Juan Carlos Sandoval Santana(jcarlosss@fisica.unam.mx), Instituto de Física Universidad, Nacional Autónoma de México; Alejandro Kunold Bello(akb@azc.uam.mx), Departamento de Ciencias Básicas, Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco; Gerardo García Naumis(naumis@fisica.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

La formación de un gap dinámico en un semimetal anisotrópico de Dirac modulado por luz polarizada, es abordado a través de la solución de la ecuación de Dirac dependiente del tiempo para un Hamiltoniano bidimensional a través del teorema de Floquet. Las funciones de onda dependientes del tiempo y el espectro de cuasienergía de este Hamiltoniano bajo la incidencia normal de una onda electromagnética polarizada elípticamente son obtenidas utilizando un enfoque no perturbativo. En dicho enfoque, la ecuación de Dirac se reduce a una ecuación diferencial de Mathieu en el régimen de campo eléctrico intenso. Mostramos que las condiciones de estabilidad de las funciones de Mathieu son heredadas directamente por la función de onda, lo que da como resultado un espectro de cuasienergías con banda de conducción, banda de balencia y un gap dinámico. Las estimaciones de la intensidad y frecuencia del campo electromagnético, así como la magnitud del gap son obtenidas para la fase 8-Pmmn del borofeno. El método presentado en este trabajo puede ser adaptado fácilmente para otros semimetales anistrópicos de Dirac.

## ***Física de Plasmas***
### ***Sala dos***

17:45 - 18:00 **Control y reconstrucción en tiempo real de la posición del plasma en ISTTOK** *Doménica Corona* (lilia.rivera@tecnico.ulisboa.pt), Instituto de Plasmas e Fusão Nuclear; Bernardo Carvalho(bernardo.carvalho@tecnico.ulisboa.pt), Instituto de Plasmas e Fusão Nuclear; Hugo Alves(halves@ipfn.ist.utl.pt), Instituto de Plasmas e Fusão Nuclear; Humberto Figueiredo(fernando@ipfn.tecnico.ulisboa.pt), Instituto de Plasmas e Fusão Nuclear; Nuno Cruz(nunocruz@lei.fis.uc.pt), Instituto de Plasmas e Fusão Nuclear; Horácio Fernandes(hf@ipfn.tecnico.ulisboa.pt), Instituto de Plasmas e Fusão Nuclear; *Expositor.*

ISTTOK es un tokamak de razón de aspecto grande (IPFN-IST, Lisboa, Portugal) el cual ha estado en operación por 30 años, en los cuales se ha mantenido en constante actualización de diagnósticos y sistemas de adquisición de datos (radio mayor y menor $R = 46\,cm$, $a = 8.5\,cm$ respectivamente). Una de las principales características de ISTTOK es que debido a la flexibilidad de las fuentes de alimentación es posible realizar descargas en AC que permiten la rápida inversión de la corriente de plasma mientras se mantiene una densidad de plasma finita entre los consecutivos flat-tops. Las inversiones

de corriente permiten lograr una descarga de plasma mucho más larga en comparación con la operación en single-mode la cual está limitada a la saturación del núcleo de hierro central, la duración del plasma es de aproximadamente 1 s con falt-tops positivos y negativos de $\approx$ 25 $ms$. Este trabajo se centra en gran parte en los diagnósticos magnéticos o bobinas de Mirnov ya que son los responsables de recuperar las señales necesarias para reconstruir la posición del centroide de la columna y la corriente de plasma, en conjunto con el estudio de las bobinas de campo poloidal, las cuales son alimentadas independientemente a través de re-alimentación controlada y son responsables tanto de generar la corriente del plasma como de controlar la posición del centroide vertical y horizontal. La reciente implementación de integradores digitales en las tarjetas de adquisición las cuales basan su arquitectura de hardware en el standard ATCA por sus siglas en inglés (Advanced Telecommunications Computing Architecture) ha permito desarrollar nuevos algoritmos dentro del marco de tiempo real usado en ISTTOK, llamado MARTe por sus siglas en inglés Multi-threaded Application Real-Time executor. Estos algoritmos son básicamente la reconstrucción de la posición vertical y horizontal del centroide de plasma basado en un modelo de multi-filamentos y controladores activos para la posicionar el centroide de plasma en tiempo real en una dada referencia. Este trabajo ahonda en la forma en que ISTTOK opera desde la descripción de sus diagnósticos, el método usado para la reconstrucción del centroide del plasma y el control en tiempo real de la posición de éste así como los resultados experimentales obtenidos de la implementación de ellos.

***Gravitación y Física Matemática***
***Sala tres***

17:45 - 18:00 **Polarizaciones simplécticas y transformaciones de Legendre en Termodinámica Geométrica** *César Simón López Monsalvo* (cslm@azc.uam.mx), Conacyt – Universidad Autónoma Metropolitana – Azcapotzalco; Francisco Nettel Rueda(fnettel@ciencias.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Viridiana Pineda Reyes(vr.pineda.reyes@gmail.com), Universidad Nacional Autónoma de México; Lenin Francisco Escamilla Herrera(lenin.escamilla@correo.nucleares.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*
En está charla mostraremos que los distintos potenciales asociados a un sistema termodinámico, desde el punto de vista del espacio fase, corresponden a distintas polarizaciones simplécticas de una distribución de contacto. Adicionalmente, mostraremos que no es posible construir una métrica para el espacio fase tal que: 1. Sea independiente del potencial termodinámico y 2. que la métrica inducida en las subvariedades de Legendre correspondientes sea Hessiana. Esta última propiedad está directamente vinculada a las fluctuaciones del sistema.

***Nanociencias y Nanotecnología***
***Sala cinco***

17:45 - 18:00 **Estudio computacional de la hidrogenación del Volleyballeno dopado con N y P** *María Guadalupe Salas Zepeda* (mariasalaszpd@gmail.com), Centro de Investigación en Ciencias Físico Matemáticas; Alfredo Tlahuice Flores(tlahuicef@gmail.com), University of Texas at San Antonio; *Expositor.*
Nuestro estudio de la hidrogenación del volleyballeno dopado con átomos de N y P, incluye sus propiedades de enlace, adsorción, energías y modos de vibración. Hemos determinado que al dopar el volleyballeno con 12 átomos de fósforo $[Sc_{20}C_{48}P_{12}]^{-1}$ se obtiene una estructura tetraedral, mientras que, al doparlo con 12 átomos de nitrógeno ($C_{2H} - Sc_{20}C_{48}N_{12}$) aparece una estructura icosaedral, muy similar a su predecesor. La estructura dopada con átomos de N acepta 24 átomos de H con una energía de adsorción de -0.20 eV, mientras que la dopada con átomos de P, acepta 36 átomos de H con una energía de adsorción de -0.50 eV. Además, se estudió una estructura 2D relacionada; encontrando que la estructura $Sc_3C_8P_2$, tiene un band gap de alrededor de 1.0 eV, lo cual significa que adsorbe en el rango del IR y lo candidatea para las aplicaciones médicas.

***Física Atómica y Molecular***
***Streaming***

18:00 - 19:00 **Óptica no lineal con fotones estructurados interactuando con sistemas atómicos** *R. Jáuregui* (rocio@fisica.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*
Las condiciones de contorno en dispositivos experimentales diversos conlleva la descripción natural de las ondas electromagnéticas involucradas en términos de modos estructurados específicos. En esta presentación se discutirán tres escenarios en que esto ocurre y algunas consecuencias interesantes en el contexto de óptica cuántica. El primer escenario corresponde a las interacciones electromagnéticas de átomos individuales localizados en espejos paraboloidales. Despues de caracterizar los modo naturales del campo electromagnético, se muestra que las probabilidades de emisión espontanea y la estructura de los fotones relevantes depende de la localización de el átomo, El segundo escenario considera a la generación de parejas de fotones y de fotones individuales mediante el proceso de mezclado de cuatro ondas en gases atómicos térmicos excitados con luz coherente y estructurada. Los haces de bombeo elegidos son haces Mathieu, los fotones generados heredan esta estructura con una estabilidad dependiente de la temperatura del gas atómico. Finalmente se consideran haces de luz estructurados que interaccionan con cristales. En este caso se analizan las propiedades de los fotones emitidos y se idean mecanismos para el control

de estas. Se muestra que la configuración espacial y las corre-laciones entre los fotones pueden ser utilizados para la construcción de alfabetos cuánticos novedosos, así como para caracterizar las simetrías de un cristal mas allá de las espectativas convencionales.

***Astrofísica***
***Sala uno***

8:30 - 9:00 **La contribución de las estrellas TP-AGB a la luz de las galaxias de disco cercanas** *Eric Emmanuel Martínez García* (martinezgarciaeric@gmail.com), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; *Expositor.*
El estudio de la contribución a la luminosidad de las estrellas TP-AGB a las poblaciones estelares en galaxias es crucial para determinar sus parámetros físicos (por ejemplo, la masa y edad estelar). Utilizamos una muestra de 84 galaxias de disco cercanas para explorar diversos modelos de síntesis de poblaciones estelares con diferentes contribuciones de luminosidad de estrellas TP-AGB. Ajustamos los modelos a fotometría óptica y del cercano infrarrojo (NIR), pixel a pixel. Las estadísticas de los ajustes muestran una preferencia por una baja contribución de luminosidad de las estrellas TP-AGB. Sin embargo, para el 30-40% de los píxeles se favorece una contribución de luminosidad alta. Según nuestros resultados, la contribución media de la luminosidad de estrellas TP-AGB en galaxias de disco pueden variar según el tipo de Hubble. Esto puede ser una consecuencia de la variación de la tasa de pérdida de masa con la metalicidad estelar. De esta forma las estrellas pobres en metales comienzan a perder masa antes que las estrellas ricas en metales. Esto podría deberse a un viento estelar previo al viento impulsado por el polvo.

***COVID-19***
***Sala seis***

8:30 - 9:00 **Modelando matemáticamente al Covid-19 en México** *Gustavo Niz Quevedo* (g.niz@ugto.mx), The University of Cambridge; *Expositor.*
Haré una breve introducción sobre cómo podemos modelar matemáticamente la evolución de una pandemia, para después concentrarnos en el caso particular de México. Para ello tomamos un modelo sencillo de ”compartimentos”, llamado SIR(D), que contiene 4 poblaciones: los susceptibles a ser contagiados (S), los infectados (I), los recuperados (R) y por ultimo los muertos (D). Estudiando los datos de casos confirmados en México, hacemos algunas hipótesis de trabajo y ajustamos todos los parámetros libres con los datos usando técnicas de estadística Bayesiana. Finalmente explicamos como las diversas hipótesis y las comparaciones con otros países afectan el modelado de la pandemia.

***Estado Sólido***
***Sala dos***

8:30 - 9:00 **Light-matter interaction down the rabbit hole: topological switching and beyond** *Luis E. F. Foa Torres* (irisson.ipn@gmail.com), Universidad de Chile; *Expositor.*
Advances harnessing light-matter interaction for active purposes (e.g. generating a bandgap or topological states) are expanding the frontiers of the materials-research landscape. Furthermore, this strategy, commonly referred to as Floquet engineering, has been successfully ported to other venues including ultracold matter and photonics, thereby providing an even richer playground for testing new physics out of equilibrium. In this talk, I will present a brief overview of this field and highlight some of our recent works using light to alter the properties of materials from one to three dimensions [1].
[1] For related publications see
http://www.foatorres.com/publications

***Física Atómica y Molecular***
***Sala cinco***

8:30 - 9:00 **Mediciones de precisión con interferómetros atómicos** *Eduardo Gómez García* (egomez@ifisica.uaslp.mx), IF-UASLP; *Expositor.*
Eduardo Gómez García Instituto de Física, Universidad Autónoma de San Luis Potosí
Las mejores mediciones que existen hoy en día se basan en la medición de una frecuencia, o mejor aún, una fase, medida mediante interferometría. La mecánica cuántica relaciona dicha frecuencia con alguna variable de interés de una manera limpia y libre de imperfecciones. Esto vuelve muy útil a la mecánica cuántica para mediciones de muy alta precisión. En esta plática daré un panorama de algunas mediciones que se ven beneficiadas con el uso de interferómetros atómicos. En particular haré énfasis en interferencia de ondas de materia para la implementación de sensores inerciales.

***Física Médica***
***Sala tres***

8:30 - 9:00 **Simulación Monte Carlo en Física médicas** *Héctor Mauricio Garnica Garza* (hgarnica@cinvestav.mx), Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, Instituto Politécnico Nacional, Unidad Monterrey; *Expositor.*
La simulación Monte Carlo del transporte de radiación juega un papel crucial en el campo de la Física Médica: desde la planeación de tratamientos radioterapéuticos hasta el modelado de la interacción de la radiación con la materia a nivel celular y atómico. En esta plática, daremos un repaso de los métodos necesarios

para la aplicación del transporte Monte Carlo de la radiación ionizante en dos problemas de tipo radiológico: el cálculo de dosis absorbida en geometrías voxelizadas y la obtención de imágenes mamográficas a partir de modelo antropomórficos de pacientes. Entre los tópicos a discutir se encuentran: uso de imágenes de Tomografía Computarizada en la simulación Monte Carlo del transporte de radiación, modelado de fuentes de radiación y técnicas de reducción de varianza para aumentar la velocidad de convergencia de los resultados.

## ***Óptica***
***Sala cuatro***

8:30 - 9:00 **Análisis del efecto de errores experimentales y ruido en polarímetros de Mueller** *Neil C. Bruce* (neil.bruce@icat.unam.mx), Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología, Universidad Nacional Autónoma de México; Oscar G. Rodríguez-Herrera(oscar.rodriguez@icat.unam.mx), Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología, Universidad Nacional Autónoma de México; Omar Rodríguez-Nuñez(omar.rodriguez@ciencias.unam.mx), Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología, Universidad Nacional Autónoma de México; Juan Manuel López Téllez(jmlopez@cio.mx), Centro de Investigaciones en Óptica, A. C. Unidad Aguascalientes; *Expositor.*

La polarimetría ha crecido en años recientes debido a los avances en la tecnología de retardadores variables y en las técnicas de calibración y extracción de datos. Un polarímetro de Mueller mide el efecto de una muestra sobre el estado de polarización, y mide al menos 16 combinaciones de polarización entre la polarización incidente y la emergente después de la muestra. Recientemente se mostró como optimizar un polarímetro para reducir el efecto del ruido en la medición [1]. También se desarrolló un método robusto para calibración de polarímetros con el método de eigenvalores [2], para reducir aún más el error en las mediciones. En este trabajo se presentan resultados de una simulación de polarímetros de Mueller. Empezando con un polarímetro optimizado, se introducen errores experimentales en el sistema, y ruido a las mediciones de intensidad, y se analizan cómo cambian los resultados de la matriz de Mueller final. Se incluye el paso de calibración con el método de eigenvalores. Se muestran los límites permitidos en los errores experimentales para obtener un error máximo dado en la matriz de Mueller [3]. [1] J.S. Tyo, Applied Optics, 41(4), (2002), 619-630 [2] E. Compain, S. Poirier, B. Drevillon, Applied Optics, 38(16), (1999), 3490-3502 [3] N.C. Bruce, J.M. López-Téllez, O. Rodríguez-Nuñez, O.G. Rodríguez-Herrera, Optics Express, 26(11), (2018), 13693-13704

## ***Astrofísica***
***Sala uno***

9:00 - 9:15 **High Resolution Spectral Line Indices Useful for the Analysis of Stellar Populations** *Lino Héctor Rodríguez Merino* (lino@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; Yalia Divakara Mayya(ydm@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; Gustavo Bruzual(g.bruzual@irya.unam.mx), Instituto de Radioastronomía y Astrofísica, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

The well known age-metallicity-attenuation degeneracy does not permit unique and good estimates of basic parameters of stars and stellar populations. The effects of dust can be avoided using spectral line indices, but current methods have not been able to break the age-metallicity degeneracy. Here we show that using at least two new spectral line indices defined and measured on high resolution (R= 6,000) spectra of SNR > 10 one gets unambiguous estimates of the age and metallicity of intermediate to old stellar populations. Spectroscopic data retrieved with new astronomical facilities, e.g., X-shooter, MEGARA, and MOSAIC, can be employed to infer the physical parameters of the emitting source by means of spectral line index and index-index diagram analysis.

## ***COVID-19***
***Sala seis***

9:00 - 9:30 **Estrategias educativas con herramientas computacionales efectivas en tiempos de Covid-19 para el aprendizaje conceptual de la física en estudiantes de preparatoria y de profesional** *Rodrigo Ponce-Díaz(rponce@tec.mx), PrepaTec Eugenio Garza Lagüera, Tecnológico de Monterrey; Alfonso Serrano-Heredia* (serrano@tec.mx), Tecnológico de Monterrey, Campus Monterrey; *Expositor.*

El proceso enseñanza-aprendizaje ha tenido un cambio significativo a raíz de la presencia del Covid-19 en todo el mundo, lo que ha obligado a la gran mayoría de instituciones educativas de todos los niveles escolares a cambiar su formato de enseñanza presencial por la educación en línea, lo cual implica grandes retos para lograr que los estudiantes adquieran el aprendizaje, así como las competencias disciplinares y transversales que se requieren para su desarrollo educativo, profesional y personal. Por otro lado, es bien conocido que el promedio de los alumnos hoy en día, presentan serios problemas sobre la falta de atención a la impartición de la enseñanza, además de la dificultad para retener el conocimiento. Aunado a lo anterior, su perfil de nativos digitales los mantiene ocupados diariamente con sus dispositivos electrónicos en sus ambientes digitales y virtuales, en donde un bajo porcentaje de ese tiempo es para su aprovechamiento académico. En respuesta a este escenario y para lograr un aprendizaje significativo en los alumnos, a partir de marzo del 2020, al cambiar en el Tecnológico de Monterrey el formato enseñanza presencial a la educación en línea, empleamos y adaptamos la

estrategia del "aula invertida", desarrollando actividades de aprendizaje activo e interactivo, con el uso de herramientas computacionales como simuladores (phet y edumedia) para laboratorios virtuales de física, así como el empleo de aplicaciones interactivas para evaluación del aprendizaje como Kahoot, Quizziz, Socrative y también las plataformas educativas Blackboard, Canvas y Edpuzzle para videos interactivos. Lo anterior nos permitió lograr un aumento en el aprendizaje significativo en los alumnos sin importar el cambio de las sesiones presenciales a sesiones a distancia. Se presentan los resultados obtenidos tanto en alumnos de profesional como de preparatoria.

***Estado Sólido***
***Sala dos***

9:00 - 9:15 **Propiedades termodinámicas de superconductores tipo II en campos magnéticos**
*César Gabriel Galván Peña* (cesar.galvan@uaslp.mx), Facultad de Ciencias, UASLP; Luis Antonio Pérez López(lperez@fisica.unam.mx), Instituto de Física, UNAM; Chumin Wang Chen(chumin@unam.mx), Instituto de Investigaciones en Materiales; *Expositor.*
En los superconductores de tipo II existen dos campos magnéticos críticos ($H_{c1} < H_{c2}$) entre los cuales se presenta el llamado estado mixto, donde el campo magnético penetra en forma de vórtices de flujo magnético cuantizado. En este trabajo analizamos la formación de vórtices y sus efectos en el calor específico de superconductores con brecha isotrópica y anisotrópica dentro del modelo de Hubbard generalizado y las ecuaciones de Bogoliubov-de Gennes (BdG) [1]. La solución de las ecuaciones de BdG muestran que los estados superconductores inducidos por las integrales de salto correlacionado del modelo de Hubbard conducen a un campo magnético crítico $H_{c2}$ que depende de la temperatura de acuerdo con el modelo de Ginzgurg-Landau para superconductores tipo II [2]. Además, el calor específico a bajas temperaturas presenta un comportamiento lineal cuando se aplica un campo magnético. El coeficiente de dicho comportamiento lineal en función del campo se comporta de acuerdo con el modelo termodinámico de Volovik [3]. Finalmente, hacemos un estudio comparativo de los resultados para superconductores con brecha $s$-isotrópica, $s$-anisotrópica y $d$. [1] C.G. Galván, L.A. Pérez, C. Wang, Physica B 553, 36-39 (2019). [2] Shruti, V.K. Maurya, P. Neha, P. Srivastava, S. Patnaik, Phys. Rev. B 92 (2015). [3] G.E. Volovik, JETP Lett. 65 (1997) 465.

***Física Atómica y Molecular***
***Sala cinco***

9:00 - 9:15 **Transiciones Raman contra-propagantes con bandas laterales filtradas por polarización**
*Mario Alberto González Maldonado* (amariomg5@gmail.com), Instituto de física, Universidad Autónoma de San Luis Potosí; Timothy Roach(troach@holycross.edu), Department of Physics, College of the Holy Cross; Wanderson Maia Pimenta(wandersonwmp@gmail.com), Instituto de física, Universidad Autónoma de San Luis Potosí; Victor Manuel Valenzuela Jiménez(vjimenez@uas.edu.mx), Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas, Universidad Autónoma de Sinaloa; John Alexander Franco Villafañe(jofravil@gmail.com), Conacyt - Instituto de física, Universidad Autónoma de San Luis Potosí; Eduardo Gómez García(egomez@mail.ifisica.uaslp.mx), Instituto de física, Universidad Autónoma de San Luis Potosí; *Expositor.*
Un gravímetro atómico basado en transiciones Raman requiere de dos haces contra propagantes amarrados en fase con una separación en frecuencia cercana a la separación hiperfina de los átomos. Este tipo de haces pueden ser generados utilizando un modulador electro-óptico, el cuál produce bandas laterales automáticamente amarradas en fase a una señal portadora. Sin embargo, al utilizar esta técnica se generan más de un par de haces Raman que excitan una misma transición, dando lugar a una modulación de la frecuencia de Rabi a lo largo del gravímetro. Enviando el haz a través de un cristal de calcita rotamos la polarización de las bandas laterales en una configuración en la que estas pueden ser filtradas en la retro reflexión, gracias a que se trata de un material birrefringente altamente dispersivo. Esta configuración nos permite excitar transiciones contra-propagantes con solamente un par de todos los posibles, eliminando así el problema de modulación en la frecuencia de Rabi.

***Física Médica***
***Sala tres***

9:00 - 9:15 **Estudio dosimétrico del nanosistema 99mTc-HYNIC-HDL en un modelo murino.**
*Diana Laura Pérez Velasco* (dianalaura_perezv@hotmail.com), Facultad de Medicina, Universidad Autónoma del Estado de México; Keila Isaac Olivé(kisaaco@uaemex.mx), Facultad de Medicina, Universidad Autónoma del Estado de México; Enrique Morales Avila(emoralesav@uaemex.mx), Facultad de Química, Universidad Autónoma del Estado de México; Liliana Aranda Lara(lanandal@uaemex.mx), Facultad de Medicina, Universidad Autónoma del Estado de México; Blanca Eli Ocampo García(blanca.ocampo@inin.gob.mx), Laboratorio Nacional de Investigación y Desarrollo de Radiofárcos, Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares; Rigoberto Oros Pantoja(rorosp@uaemex.mx), Facultad de Medicina, Universidad Autónoma del Estado de México; Eugenio Torres García(etorresg@uaemex.mx), Facultad de Medicina, Universidad Autónoma del Estado de México; Miguel Ángel Camacho López(macamachol@uaemex.mx), Facultad de Medicina, Universidad Autónoma del Estado de México; Eleni Mitsoura(meleni@uaemex.mx), Facultad de Medicina, Universidad Autónoma del Estado de*

*México; Alberto Ernesto Hardy Pérez(ahardyp@uaemex.mx), Facultad de Medicina, Universidad Autónoma del Estado de México; *Expositor.*
Las lipoproteínas de alta densidad (HDL) son nanoestructuras que reconocen de manera específica al receptor de membrana SR-B1, el cual se sobreexpresa en varios tipos de cáncer. Su estructura favorece el transporte dirigido de agentes terapéuticos y de imagen, lo que las convierte en sistemas teranósticos. Las HDL muestran largos periodos de circulación en sangre, lo que podrían limitar su marcaje con radionúclidos emisores β. Una opción para disminuir esta larga circulación en sangre es incrementar la excreción renal. Para ello, moléculas hidrofílicas son ancladas a la superficie de la HDL. El sistema conjugado HYNIC-HDL puede ser una alternativa para mejorar parámetros farmacocinéticos, incrementando la excreción renal. El sistema, además, radiomarcado con 99mTc se convierte en nanosistema teranóstico, pues el 99mTc está anclado a la superficie de la HDL indicando el sitio al que se dirige, mientras que el núcleo estará disponible para acarrear un agente terapéutico. El objetivo de este trabajo es preparar y evaluar dosimétricamente el nanosistema 99mTc -HYNIC-HDL en un modelo murino y comparar su biodistribución y dosimetría con la reportada para HDL de manera individual. Se preparó el conjugado colesterol-HYNIC y se añadió a la preparación HDL. La nanoestructura se filtró con filtros de 0.22 µm para garantizar un tamaño menor a 200 nm. Las HYNIC-HDL se radiomarcaron con 99mTc. El sistema 99mTc-HYNIC-HDL se purificó por centrifugación con tubos de membrana de MWCO de 30 000 Da. Ratones sanos CD1 fueron inyectados con 100 µCi del nanosistema y las biodistribuciones se realizaron a los tiempos 0.5, 2, 4, y 24 h (3 ratones por tiempos). A partir de las biodistribuciones se determinó el modelo radiofarmacocinético y se calculó la dosis absorbida por órgano utilizando el formalismo MIRD y el software OLINDA. La biodistribución obtenida se comparó con la del sistema HDL/99mTc-HYNIC-DA en la que el 99mTc-HYNIC-DA está internalizado en el núcleo y la superficie de la HDL no está modificada. Las biodistribuciones mostraron que el nanosistema 99mTc-HYNIC-HDL tiene menor excreción hepatobiliar y mayor excreción renal en comparación con las HDL. Esta excreción renal se le atribuyó a la presencia de la secuencia hidrofílica HYNIC. Como consecuencia de la eliminación renal, la dosis absorbida en hígado debida al 99mTc-HYNIC-HDL disminuyó en comparación con la dosis absorbida producida por el nanosistema HDL/99mTc-HYNIC-DA, mientras que la renal aumentó, como se esperaba. El nanosistema conjugado 99mTc-HYNIC-HDL mostró menor dosis absorbida a hígado y mayor excreción renal en comparación con HDL/99mTc-HYNIC-DA. Sus propiedades dosimétricas son adecuadas para utilizarse como radiofármaco de reconocimiento específico teranóstico en tumores que sobreexpresen el receptor SR-B1.

***Óptica***
***Sala cuatro***

9:00 - 9:15 **Bifurcaciones y Caos de un Cúbit Polaritónico** *Ricardo Ruiz Sánchez* (rirus@ier.unam.mx), Instituto de Energías Renovables; Raúl Mauricio Rechtman Schrenzel(rrs@ier.unam.mx), Instituto de Energías Renovables; Yuriy Rubo(ygr@ier.unam.mx), Instituto de Energías Renovables; *Expositor.*
En el presente, el uso de la computación en la vida diaria ha dado logros significativos en el desarrollo y el uso de la tecnología. Por otra parte, el consumo de energía en las computadoras es un problema grave y creciente en el mundo. La necesidad de mejorar el rendimiento energético está impulsando actualmente a la búsqueda de nuevas soluciones de hardware y nuevos algoritmos del computo. Los nuevos caminos energéticamente eficientes incluyen la computación óptica y cuántica.
En esta plática, presentaremos el estudio de las propiedades de un cúbit hecho de dos condensados polaritónicos atrapados [1,2] que permiten el control óptico con muy bajo consume de energía [3]. Planteamos los efectos físicos básicos en este cúbit polaritónico excitado con un bombeo no-resonante externo, y describimos su dinámica y la secuencia de bifurcaciones como función de la potencia del bombeo y los parámetros del sistema. Demostramos la presencia de la dinámica caótica en el régimen semiclásico. Finalmente, discutiremos como se refleja esta dinámica en el espectro de emisión de la luz desde un cúbit polaritónico. Más detalles de este trabajo se puede encontrar en [3].
[1] H. Ohadi et al., Phys. Rev. X 5, 031002 (2015); Phys. Rev. Lett. 116, 106403 (2016).
[2] A. Dreismann et al., Nature Mater. 15, 1074-1078 (2016).
[3] R. Ruiz-Sánchez, R. Rechtman, and Y. G. Rubo Phys. Rev. B 101, 155305 (2020).

***Astrofísica***
***Sala uno***

9:15 - 9:30 **Eyecciones explosivas generada por interacciones dinámicas** *Ary Rodríguez-González* (ary@nucleares.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México; Jorge Cantó(juanita@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México; Pedro Ruben Rivera-Ortiz(pedro-ruben.rivera-ortiz@univ-grenoble-alpes.fr), Univ. Grenoble Alpes, CNRS, Institut de Planétologie et d'Astrophysique de Grenoble (IPAG), 38000 Grenoble, France; *Expositor.*
Presentamos un modelo de explosión producido por la interacción dinámica de partículas de baja masa impulsada por una partícula masiva. Nosotros hemos estudiado el caso de un cúmulo esférico de partículas que siguen distribuciones de densidad que cae como $R^{-\alpha}$ y que se encuentran inicialmente en reposo, las cuales son

impactadas por una partícula masiva que se mueve hacia ellas. La velocidad final de cada uno de los miembros del cúmulo es función de su parámetro de impacto, que puede ser estimada analíticamente y que la distribución de velocidades y direcciones resultantes después de la interacción tiene las propiedades de una explosión. Para verificar nuestras aproximaciones hemos usado un código de N-cuerpos y hemos aplicado nuestro modelo a los datos observados de los "bullets" eyectados en el frente de los de los dedos de Orion BN/KL.

***Estado Sólido***
***Sala dos***

9:15 - 9:30 **Método para encontrar de manera exacta el hamiltoniano efectivo de sistemas cuánticos dependientes del tiempo** *Juan Carlos Sandoval Santana* (jcarlosss@fisica.unam.mx), Instituto de Física-Universidad Nacional Autónoma de México; Víctor Guadalupe Ibarra Sierra(vickkun@fisica.unam.mx), Instituto de Física-Universidad Nacional Autónoma de México; José Luis Cardoso Cortés(jlcc@azc.uam.mx), Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco; Alejandro Kunold Bello(akb@azc.uam.mx), Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco; Pedro Roman Taboada(pedro.roman.taboada@gmail.com), Instituto de Física-Universidad Nacional Autónoma de México; Gerardo García Naumis(naumis@fisica.unam.mx), Instituto de Física-Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*
Los sistemas cuánticos impulsados por potenciales periódicos dependientes del tiempo son muy importantes en muchos campos de la física como estado sólido, espintrónica, átomos ultrafríos información cuántica, etc. Las propiedades de estos sistemas están codificadas en el operador de evolución temporal, la obtención formal de este operador involucra las series de Dyson. No obstante, la solución para este problema es equivalente a encontrar un hamiltoniano efectivo. Esta tarea es usualmente muy compleja, requiere aproximaciones y en raros casos puede encontrarse dicho hamiltoniano. En este trabajo, desarrollamos un método que utiliza la estructura del grupo de Lie asociado al problema cuántico para encontrar de manera exacta un hamiltoniano efectivo

***Física Atómica y Molecular***
***Sala cinco***

9:15 - 9:30 **Molécula de hidrógeno bajo confinamiento endohedral: Estudio ab initio.** *Salvador Antonio Cruz Jimenez* (cruz@xanum.uam.mx), Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa; Isidoro García Cruz(igarcia@imp.mx), Instituto Mexicano del Petróleo; Diego Ivan Garrido Aguirre(gatowormius@gmail.com), Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa; Carlos Lira Galeana(cliragaleana@gmail.com), Instituto Mexicano del Petroleo; Horacio Olivares Pilón(horop@xanum.uam.mx), Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa; Victor Hugo Uc Rosas(vicuc30@gmail.com), Instituto Mexicano del Petroleo; *Expositor.*
Los efectos de confinamiento espacial sobre la molécula de hidrógeno en su estado basal se estudian mediante un modelo supermolecular en donde la molécula de H2 se ubica en el centro de una caja rectangular endohedral formada por diez átomos de Ne , cada uno fijo en el centro de las caras externas de dos estructuras cúbicas adyacentes de lado L. El eje intermolecular de H2 coincide con la línea que une a dos átomos de Ne centrados en las caras más extremas de la caja. Los átomos H se localizan simétricamente respecto del origen (centro de la caja) y separados una distancia R. Dado un tamaño de caja definido por L, para cada separación internuclear R se calcula la energía de la supermolécula E(Ne10H2;R,L) y la energía correspondiente asociada a cada átomo H, E(Ne10H;R,L). La energía de interacción H-H en función del tamaño de la caja se obtiene como:
V(R,L)= E(Ne10H2;R,L)-2 E(Ne10H;R,L) + E(Ne10; L)
donde E(Ne10; L) es la energía de la caja.
Los cálculos se realizan empleando el código GAUSSIAN 09 empleando la base numérica 6-311G y bajo los esquemas UHF, MP2 y B3LYP. Se presentan resultados para V(R,L) y los estados vibracionales permitidos de la molécula H2 para distintos valores de L , señalándose la importancia de la energía de correlación en este cálculo para cajas pequeñas. Este tipo de cálculos se puede extender a sistemas más grandes de interés industrial como hidratos de metano.

***Física Médica***
***Sala tres***

9:15 - 9:30 **Validación de una extensión a Geant4-DNA para simular el daño a plásmidos de ADN usando la aproximación de pares independientes.** *Jorge Naoki Dominguez Kondo* (near_aeon910@hotmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Eduardo Moreno Barbosa(emoreno@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; José Ramos Mendéz(Jose.RamosMendez@ucsf.edu), University of California San Francisco; *Expositor.*
Los códigos Monte Carlo track-structure (MCTS) simulan, desde primeros principios, el daño por radiación ionizante al tejido biológico mediante la cuantificación del daño directo e indirecto al ADN. Para este fin, los modelos físicos y procesos químicos de difusión-reacción de especies químicas producidas en la radiólisis del agua disponibles en códigos MCTS, deben ser validados recreando de manera satisfactoria mediciones experimentales altamente precisas. De esta manera, pueden ser utilizados para interpretar mediciones experimentales, desarrollar experimentos y probar hipótesis. En este trabajo, se llevó a cabo la validación del código MCTS Geant4-DNA para la simulación del daño a plásmidos de ADN. Para este

fin, el método de tiempos de reacción independientes (IRT) disponible en una versión de desarrollo de Geant4-DNA, que simula la reacción – difusión de especies químicas, fue extendido para llevar a cabo reacciones con nucleótidos de ADN. Para esto, los nucleótidos se incluyeron en la simulación como puntos espaciales estáticos. Las reacciones entre nucleótidos y especies químicas se consideraron totalmente controladas por difusión utililzando coeficientes de reacción obtenidos de la literatura. Se consideró una efectividad del 40% para la inducción de rompimientos simples (SSB) de ADN para las reacciones entre desoxirribosa y hidroxilo, electrones acuosos e hidrogeno. Las simulaciones consistieron de plásmidos super-enrollados de ADN pUC18 (2686 bases pares) contenidos en una esfera de agua de 1 µm de diámetro, en presencia de dimetilsulfóxido (DMSO) a diferentes concentraciones. Los plásmidos fueron irradiados con espectros de electrones secundarios de rayos gamma de 137Cs o 60Co. Se simularon los siguientes escenarios comparando el número de por energía depositada (µmol/J) con datos experimentales disponibles en la literatura: 1) SSB producidos por 137Cs en función de la concentración de DMSO en el rango de 10-5 mol/L – 1 mol/L, 2) SSB producidos por 137Cs en función de la concentración de ADN en el rango de 10 µg/mL – 100 µg/mL y 3) SSB producidos por 60Co en función de la dosis depositada en un rango de 0.1 Gy – 100 Gy. Para el caso 1), Geant4-DNA es capaz de reproducir los datos experimentales dentro de una diferencia de 4.83×10-3 ± 2.33×10-4 µmol/J y 5.56×10-5 ± 1.64×10-5 µmol/J para una concentración de DMSO de 0.1 mmol/L y 1 mol/L, respectivamente. En el caso 2) se obtuvieron diferencias de 1.45×10-4 ± 1.41×10-4 µmol/J y 1.28×10-5± 2.9310-4 µmol/J para una concentración de 10 µg/mL y 100 µg/ml de ADN, respectivamente. En el caso 3), se obtuvieron diferencias de 1.25 ± 9.42×10-1rompimientos por plásmido. En todos los casos, el tiempo de simulación fue menor a 5 horas en una PC con un procesador i7-6820HK. La extensión implementada al código Geant4-DNA en este trabajo, permite realizar simulaciones de daño a plásmidos de ADN con buena concordancia con datos experimentales de manera eficiente.

## ***Óptica***
### ***Sala cuatro***

9:15 - 9:30 **Jones Matrix Characterization of Homogeneous Optical Elements via Evolution Strategies** *Alejandra De Luna Pámanes* (A01281001@itesm.mx), Tecnológico de Monterrey; Edgar Covantes Osuna(edgar.covantes@tec.mx), Tecnológico de Monterrey; Dorilian Lopez-Mago(dlopezmago@tec.mx), Tecnológico de Monterrey; *Expositor.*

Jones matrices provide a simple and powerful method to describe the intrinsic polarization properties of polarizing optical elements. The relevance of determining the Jones matrix of a polarizing optical element relies on the inclusion of the global phase in the mathematical description of its complex elements. However, the current method for characterizing the Jones matrix of a homogeneous optical element is inefficient, since the characterization of any given element is time consuming. Evolution Strategies (ES) are algorithms based on the theory of evolution, theory which explains the adaptive changes of species through the survival of the fittest, inheritance and mutation. Therefore, ES are powerful probabilistic optimization algorithms useful in complex optimization problems. Thus, we explore an ES approach to allow the characterization of the Jones matrix of polarizing optical elements first by studying the characterization of homogeneous optical elements. We implemented a simulation of the experimental optical arrangement, evaluated the analytical performance of different ES algorithms, and compared the results with those obtained through the traditional sampling method. Hence, we present an initial approach to solve the problem of finding the eigenvectors that characterize the Jones matrix of a homogeneous optical element through ES.

## ***Astrofísica***
### ***Sala uno***

10:00 - 10:30 **Measuring the role of stellar feedback in the regulation of galaxy growth** *Javier Zaragoza Cardiel* (javier.zaragoza@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; *Expositor.*

Nowadays, one of the biggest challenges that cosmologically motivated numerical models of galaxy formation face, is to explain the smaller stellar masses observed in galaxies, compared to those expected from simulations. This difference has been attenuated by invoking internal mechanisms capable of regulating the star formation activity. Star formation self-regulates by expelling gas, and the amount of gas that flows out is thought to be proportional to the mass of stars formed. We present a method based on stellar population synthesis to measure the star formation self-regulation, through the so called mass-loading" factor. We have applied the method to specific regions of 102 nearby galaxy discs using optical spectra and we find that the local mass-loading factor depends on the local stellar mass surface density, while the integrated mass-loading factor depends on the total stellar mass of the galaxy. This result is in excellent agreement with hydro-dynamical cosmological zoom-in galaxy simulations.

## ***COVID-19***
### ***Sala seis***

10:00 - 10:30 **Using posterior predictive distributions to analyse epidemic models: COVID-19 in Mexico City** *Isaac Perez Castillo* (isaacpc@fisica.unam.mx), IFUNAM; *Expositor.*

Epidemiological models contain a set of parameters that must be adjusted based on available observations. Once a model has been calibrated, it can be used as a forecasting tool to make predictions and to evaluate contingency plans. It is customary to employ only point estimators for such predictions. However, some models may fit the same data reasonably well for a broad range of parameter values, and this flexibility means that predictions stemming from such models will vary widely, depending on the particular parameter values employed within the range that give a good fit. When data are poor or incomplete, model uncertainty widens further. A way to circumvent this problem is to use Bayesian statistics to incorporate observations and use the full range of parameter estimates contained in the posterior distribution to adjust for uncertainties in model predictions. Specifically, given the epidemiological model and a probability distribution for observations, we use the posterior distribution of model parameters to generate all possible epidemiological curves via the posterior predictive distribution. From the envelope of all curves one can extract the worst-case scenario and study the impact of implementing contingency plans according to this assessment. We apply this approach to the potential evolution of COVID-19 in Mexico City and assess whether contingency plans are being successful and whether the epidemiological curve has flattened.

***Estado Sólido***
***Sala dos***

10:00 - 10:30 **Spin transport in graphene heterostructures** *Aron Cummings* (aron.cummings@icn2.cat), Catalan Institute of Nanoscience and Nanotechnology (ICN2), CSIC and BIST, Campus UAB, Bellaterra, 08193 Barcelona, Spain; *Expositor.*

Spintronics is an area of research that uses an electron's spin, instead of its charge, as a means of storing and manipulating information. Owing to its small spin-orbit coupling (SOC), graphene has proven to be an efficient carrier of spin [1], making it promising for spintronics applications. However, small SOC also precludes the active manipulation or generation of spin currents. Recent work has thus focused on interfacing graphene with high-SOC materials such as transition metal dichalcogenides (TMDCs) or topological insulators (TIs) in the hope of inducing strong SOC in graphene while maintaining its superior transport properties [2-5].

In this talk, I will briefly introduce the concepts of spintronics, spin-orbit coupling, and spin transport, followed by a high-level review of the studies of spin transport in graphene. I will then present our group's recent efforts to describe the nature of SOC and spin transport induced in graphene by proximity to TMDCs and TIs. We find that spin transport in these systems is distinguished by a giant spin lifetime anisotropy, with spins oriented in the graphene plane relaxing much faster than spins pointing out of the plane [6,7]. This anisotropy arises from the specific nature of the SOC induced in the graphene layer, which depends on the symmetry of the graphene/TMDC or TI interface. In addition to serving as a probe of SOC induced in graphene, giant spin lifetime anisotropy may also prove useful for spintronics, for example serving as an orientation-dependent spin filter.

References

[1] M. Drögeler et al., Nano Lett. 16, 3533 (2016)
[2] M. Gmitra et al., Phys. Rev. B 93, 155104 (2016).
[3] Z. Wang et al., Nat. Commun. 6, 8339 (2015).
[4] K.-H. Jin and S.-H. Jhi, Phys. Rev. B 87, 075442 (2013).
[5] P. Lee et al., ACS Nano 9, 10861 (2015).
[6] A.W. Cummings et al., Phys. Rev. Lett. 119, 206601 (2017).
[7] K. Song et al., Nano Lett. 18, 2033 (2018).

***Física Atómica y Molecular***
***Sala cinco***

10:00 - 10:30 **Más allá de la aproximación dipolar eléctrica.** *José I. Jiménez Mier Y Terán* (jimenez@nucleares.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares UNAM; *Expositor.*

La aproximación dipolar eléctrica ha sido fundamental en el estudio de la interacción de la radiación electromagnética con la materia. Por otra parte, transiciones prohibidas por la aproximación dipolar eléctrica son de gran utilidad en metrología y en astrofísica. En esta plática se presentará el trabajo experimental y teórico que se ha realizado para estudiar las transiciones 5p3/2 -> 6pj (j = 3/2 y ½) en rubidio atómico. El sistema experimental requiere un láser a 780 nm que se emplea para preparar átomos en el estado 5p3/2. Un segundo láser a 911 (917.5) nm sirve para excitar a los átomos al estado 6p3/2(1/2). Se observa que ocurrió la transición prohibida cuando se observa la fluorescencia a 420 nm que ocurre cuando los átomos en el estado 6p decaen al estado base. El cálculo demuestra que se trata de una transición cuadrupolar eléctrica y que los efectos de bombeo hiperfino y magnético en el paso de preparación dan la clave para interpretar los espectros experimentales. Se observa que los espectros cambian de manera significativa al modificar los estados de polarización de los láseres de preparación y muestra. Esto se explica porque los estados de polarización determinan las reglas de selección para transiciones cuadrupolares eléctricas entre estados atómicos magnéticos. Se muestra que el sistema es ideal para estudiar el efecto Autler-Townes en el que se observa el desdoblamiento por la potencia del haz de preparación de los estados hiperfinos del estado 5p3/2.

***Física Médica***
***Sala tres***

10:00 - 10:30 **Experiencia en la implementación de técnicas avanzadas de radioterapia** *José Alejandro Jiménez Acosta* (jajimenez@ciencias.unam.mx), Hospital Médica Sur, Tlalpan.; *Expositor.*
La radioterapia es el uso de radiación ionizante para dañar células cancerosas y destruir su capacidad de crecimiento y reproducción. Es un tratamiento local que actúa en la región del cuerpo donde se aplique y su objetivo es que la dosis se deposite en la lesión de la forma más precisa posible, reduciendo al máximo los efectos secundarios y evitando el daño a las células normales. El desarrollo de la radioterapia a través de los años ha permitido mejorar la calidad de los tratamientos; particularmente, el uso de aceleradores lineales y técnicas de intensidad modulada ha incrementado el cuidado del tejido normal (menor toxicidad), permitiendo entregar dosis más altas al blanco (probabilidad de control local de la enfermedad más alta). En esta plática se describe la experiencia del equipo de Física Médica de Médica Sur en la implementación de técnicas de tratamiento como la irradiación holocraneal completa con protección de hipocampos y la irradiación corporal total, usando arcoterapia volumétrica modulada (VMAT).

***Óptica***
***Sala cuatro***

10:00 - 10:30 **Instrumentación Óptica de Johannes Kepler (1571-1630)** *Alberto Cordero Dávila* (acordero@fcfm.buap.mx), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*
Es poco conocido que IOANNIS KEPLERI (1571-1630) escribió dos libros sobre instrumentación óptica (Astronomiae Pars Optica, 1604, y Dioptrice, 1611). Pero todavía es menos conocido que Kepler desarrolló una buena parte de los conceptos que se discuten en los cursos actuales de óptica de licenciatura. Baste como ejemplos: refracción para ángulos grandes, refracción atmosférica para objetos celestes en el horizonte, ángulo crítico, pupila, irradiancia de una fuente puntual inversamente proporcional al cuadrado de la distancia, imágenes reales y virtuales, descripción anatómica, óptica y fisiológica del ojo humano, diseño de lentes para corregir miopía (que Kepler necesitaba) e hipermetropía, paralaje en astronomía y en nuestra visión estereoscópica, planos focales para lentes y espejos cóncavos y convexos, espejos planos, dependencia de las distancias focales de las lentes objetivo y ocular en la amplificación de los telescopios (galileanos y keplerianos)…etc. Los textos de óptica actuales casi no hacen referencia a las muy importantes aportaciones de Kepler a la instrumentación óptica. Por eso se presentan resultados de una primera revisión de las dos obras maestras de Kepler sobre instrumentación óptica.

***Astrofísica***
***Sala uno***

10:30 - 10:45 **Study of AGN winds in Seyfert 1 galaxies at low redshift** *Juan Pablo Torres-Papaqui* (jp.torrespapaqui@ugto.mx), Universidad de Guanajuato; Roger Coziol(rcoziol@ugto.mx), Universidad de Guanajuato; Aitor Carlos Robleto Orús(ac.robletoorus@ugto.mx), Universidad de Guanajuato; Karla Alejandra Cutiva Alvarez(ka.cutivaalvarez@ugto.mx), Universidad de Guanajuato; Josep Maria Masqué Saumell(jmasque@ugto.mx), Universidad de Guanajuato; *Expositor.*
The optical spectra of 3,896 Seyfert 1 (Sy1) galaxies detected with WISE at low redshifts ($z < 0.4$) were systematically analyzed for evidence of ionized outflows. In 37% of the Sy1s in our sample, the outflows appear as broad, blue-shifted, spectrally resolved components of the [OIII]$\lambda$5007 Å emission line, with a mean maximum velocity $V_{max} \sim 1014$ km s$^{-1}$ that is consistent with AGN winds. However, by stacking the spectra of the 63% remaining Sy1s in our sample, an unresolved broad component with a S/N $\sim 60$ also appears, which suggests that these winds are ubiquitous. For each Sy1 in our sample we deduced from their optical spectrum their black hole (BH) mass, bolometric luminosity, Eddington ratio and the power-law index traced by its continuum, which we compared with the star formation rate (SFR) deduced from their WISE colors and host morphology deduced from their SDSS photometry. Having separated our sample in two spectroscopic subgroups, Sy1s with only broad Balmer emission lines (Sy1B) and Sy1s with both narrow and broad Balmer emission lines (Sy1N), and distinguishing in each group those that show a spectrally resolved outflow (Sy1Bw and Sy1Nw) we report the following intrinsic differences: 1) the BH mass is systematically higher and the power law steeper (more negative) in the groups Sy1B-Sy1Bw than in the groups Sy1N-Sy1Nw, independently from the presence of the wind, 2) $V_{max}$ is higher in the Sy1Bw than in the Sy1Nw, and in both group it is positively correlated with the BH mass and the AGN luminosity, 3) in the Sy1s with spectrally resolved outflows, the Eddington ratio and SFR are higher than in the Sy1s without resolved outflows, and 4) although SFR increases in later-type spirals, in all the Sy1s the specific star formation rate (sSFR) is as expected for their morphology and mass, that is, typical of early-type spiral galaxies in the green valley, with a sSFR far from the quenched regime. From these results we conclude that AGN winds in Sy1s are possibly radiatively launched and triggered by high accretion rates, but although they are ubiquitous there is no clear evidence they have or had a direct effect on the star formation of their hosts.

***COVID-19***
***Sala seis***

10:30 - 11:00 **Exploración de la epidemia COVID-19 en municipios de Sonora con simulaciones de Dinámica Browniana** *Isaac Neri Gómez Sarmiento(nikonerid3000@gmail.com), Universidad de Sonora; César Omar Ramírez Álvarez* (cesaromarramirezalvarez@gmail.com), Universidad de Sonora; Jonás Valenzuela Terán(24jonass@gmail.com), Universidad de Sonora; *Expositor.*

Como parte de un proyecto de enseñanza y con el objetivo de analizar la efectividad de las medidas sanitarias de "Quédate en Casa" y "Susana Distancia" emitidas por la Secretaría de Salud en México para enfrentar la epidemia de COVID-19, se hará uso de herramientas de simulación computacional al modelar a los habitantes de un territorio como un sistema de suspensión coloidal el cual se rige bajo movimiento browniano, asumiendo que cada partícula representa a una persona de radio de $1m$ que se mueve en un plano. Para efectos de la simulación, se introduce un potencial reducido de interacción repulsiva:

$$u^*_{PI}(r^*) = \left(\frac{r^*_0}{r^*}\right)^{\nu}$$

Interpretando el parámetro $\nu$ como la Intensidad de Susana Distancia, y $r^*_0$ la Sana Distancia reducida. Además, se introduce el parámetro $\xi$ de Quédate en Casa en la ecuación de movimiento de la partícula, el cual tiene el efecto de reducir su movilidad.

$$\Delta\tilde{t} = \frac{1}{\xi}\Delta t^*$$

$$x^*_i(t) = x^*_{i0} + F^*_{xi}\cdot\frac{1}{\xi}\cdot\Delta t^* + \frac{1}{\sqrt{\xi}}\sqrt{2\cdot\Delta t^*}\cdot\alpha_{xi}$$

Se exploran diferentes distancias para que ocurra la infección, fracciones iniciales de infectados y concentraciones reducidas correspondientes a territorios notables de la epidemia en Sonora: municipios de Hermosillo y Navojoa. Se presentan gráficos los cuales avalan la efectividad de las medidas sanitarias y predicen "lúdicamente" el comportamiento de la epidemia en dichos territorios.

***Estado Sólido***
***Sala dos***

10:30 - 10:45 **Baja conductancia térmica en cintas atómicas de Fibonacci con estructura de sal de roca** *José Eduardo González Mireles* (jegonzalezmireles@gmail.com), Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Culhuacán, Instituto Politécnico Nacional; Fernando Salazar Posadas(fsalazar.posadas@gmail.com), Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Culhuacán, Instituto Politécnico Nacional; *Expositor.*

En el presente trabajo se analiza el transporte térmico de cintas atómicas binarias y ternarias con estructura de sal roca mediante la fórmula térmica de Kubo-Greenwood [1] y el potencial Born [2]. Dado que las cintas tienen una estructura cúbica y las interacciones de Born están en las direcciones de enlace, la contribución de cada modo vibracional a la conducción térmica es analizada individualmente. Para las cintas binarias encontramos que cuando la diferencia entre las masas atómicas aumenta, todo el espectro vibracional se comprime, causando una disminución de la conductancia térmica. Paralelamente, observamos que las ramas acústicas del espectro son puramente ocasionadas por el desplazamiento colectivo de los átomos con mayor masa. La misma relación se encontró con las ramas ópticas y los átomos más ligeros. Se introdujo un tercer tipo de átomo en las cintas binarias a manera de impurezas sustitucionales de Fibonacci, procurando preservar la estructura de la sal roca. Observamos que cuando estas impurezas reemplazan a algunos de los átomos más masivos, la conductancia térmica se reduce aún más. Este efecto es más notable, cuando el número de impurezas aumenta. Los resultados obtenidos en este trabajo muestran la posibilidad de modificar las propiedades de transporte térmico de materiales nanoestructurados a través del orden de Fibonacci [3], con la finalidad de obtener una conductancia térmica baja, lo cual es muy deseado para materiales con aplicaciones termoeléctricas [4]. [1] J. K. Flicker and P. L. Leath, Lattice thermal conductivity in high-concentration mixed crystals, Phys. Rev. B 7, 2296-2305 (1973). [2] P. Alfaro, R. Cisneros, M. Bizarro, M. Cruz Irisson, and C. Wang, Raman scattering by confined optical phonons in Si and Ge nanostructures, Nanoscale 3, 1246-1251 (2011). [3] J. E. González, V. Sánchez and C. Wang, Improving thermoelectric properties of nanowires through inhomogeneity, J. Electron. Mater. 46, 2724-2736 (2017). [4] A. Ishida, H. T. X. Thao, H. Yamoto, Y. Kinoshita, and M. Ishikiriyama, Thermoelectric conversion efficiency in IV-VI semiconductors with reduced thermal conductivity, AIP Advances 5, 107135 (2015).

***Física Atómica y Molecular***
***Sala cinco***

10:30 - 10:45 **Espectroscopía molecular por resonancia láser en alcohol metílico ($CH_3OH$)** *Enrique López-Moreno* (elmlvi@gmail.com), Universidad Nacional Autónoma de México; Jesús Flores Mijangos(flores@nucleares.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Marcela Dolores Grether González(mdgg@ciencias.unam.mx), Universidad Autónoma Metropolitana, División de Ciencias Basicas; Ollin Cacheux Luna(folix360@hotmail.com), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

La espectroscopia láser-infrarroja investiga la Dinámica Roto - Vibracional (DRV) entre frecuencias resonantes de la luz con niveles de energía de un gas molecular. Investigamos la región de baja presión ( 100 μm Hg). En nuestro sistema espectroscópico se combina la espectroscopia del láser-$CO_2$ de sus diversas líneas

espectrales (entre 9 y 11 μm, con potencias de 1W), con la absorción en resonancia de niveles cuánticos de la molécula de alcohol metílico ($CH_3OH$) dentro de una cavidad. En este trabajo se presentan los resultados en la investigación experimental de la DRV, más allá de la Ley de Beer. Se mide la transmitancia láser a través del gas molecular en la cavidad para distintas líneas del $CO_2$. El experimento se realiza para diferentes presiones del gas. Nuestro interés es estudiar la forma y anchura de las líneas de los niveles cuánticos del alcohol. Es interesante que nuestros cálculos y experimentos son coherentes con las formas Voigt; dentro de los parámetros experimentales que se manejan, ninguna de las dos formas de línea: Gaussiana o Lorentziana, explican consistentemente los resultados.

***Física Médica***
***Sala tres***

10:30 - 10:45 **Medición de factores de dispersión total para campos pequeños en un haz 6 MV sin filtro de aplanado usando película radiocrómica EBT3** *Luis Alfonso Olivares Jiménez* (alfonso.cucei.udg@gmail.com), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*
La dosimetría en campos de radiación menores a 4 cm x 4 cm es un actual reto en centros de salud que ofrecen servicios de radioterapia debido a que su obtención requiere detectores específicos para su medición. Particularmente para la dosimetría relativa, el código de práctica TRS-483 del OIEA y AAPM proporciona una lista de factores de corrección detector-específico que deben ser aplicados para obtener factores de dispersión total (FDT, o también conocidos como Output factors) utilizados para el posterior cálculo de la dosis absorbida en un plan de tratamiento. La corrección es requerida debido al cambio en el espectro de energía que se observa en dichos haces en comparación a campos convencionales de 10 cm x 10 cm, así como por el efecto de perturbación y efecto parcial de volumen que se produce debido al detector. En este trabajo se utilizó película radiocrómica EBT3 para medir FDT en un haz de 6 MV sin filtro de aplanado producido por un acelerador lineal Clinac iX. El uso de la película se basa en su equivalencia al agua en cuestión a propiedades radiológicas, así como por su alta resolución espacial, características que hacen de la película un detector que no requiere factor de corrección. Las medidas de FDT serán comparadas con los FDT actualmente registrados, y en su momento, medidos por un servicio externo al hospital durante la puesta en marcha del acelerador lineal.

***Óptica***
***Sala cuatro***

10:30 - 10:45 **Uso del método de la matriz y el de la sumatoria de rayos reflejados individuales para el análisis de filtros de múltiples capas** *Miguel Ángel López Durán* (ma.lopezduran@ugto.mx), Universidad de Guanajuato; Ana Dinora Guzmán Chávez(ad.guzman@ugto.mx), Universidad de Guanajuato; Everardo Vargas Rodríguez(evr@ugto.mx), Universidad de Guanajuato; Mario Alberto García Ramírez(seario@gmail.com), Universidad de Guadalajara; *Expositor.*
En este trabajo se presenta el análisis teórico de filtros interferométricos basado en múltiples capas; algunas de ellas de materiales sensibles a la temperatura. Los espectros de los filtros fueron simulados por medio del método de la matriz y el de la sumatoria de la selección de rayos reflejados por las capas. Para éste último método se pudo considerar las pérdidas entre dichas capas. Además, tomando en cuenta los coeficientes de expansión térmica y termo óptico de los materiales de las capas, se simuló la respuesta espectral de los filtros a cambios de temperatura. Los resultados teóricos fueron comparados con los resultados experimentales y se obtuvo que la simulación del comportamiento de este tipo de filtros es altamente eficiente si se toman en cuenta los principales rayos reflejados entre las capas, por cada una de las capas y las pérdidas entre cada una de las capas.

***Astrofísica***
***Sala uno***

10:45 - 11:00 **Emisión de rayos gamma de muy alta energía en M87** *Fernando Josué Ureña Mena* (furena@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; Daniel Rosa González(danrosa@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; Anna Lia Longinotti(annalia@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica. Óptica y Electrónica; Alberto Carramiñana Alonso(alberto@inaoep.mx), INAOE; *Expositor.*
M87, la galaxia central del cúmulo de Virgo, contiene un poderoso núcleo activo generado por un hoyo negro supermasivo de $6.5 \times 10^9\,M_\odot$ y produciendo el jet relativista observado originalmente por Curtis en 1918. También conocida como Virgo A, esta radiogalaxia presenta emisión en todas las bandas del espectro electromagnético. Reportamos aquí resultados de cuatro y medio años de datos obtenidos con el observatorio de rayos gamma HAWC, ubicado en el Parque Nacional Pico de Orizaba, mostrando evidencia de emisión de fotones con energía por encima de 0.5 TeV. Al complementar nuestros datos con los obtenidos en otras bandas ponemos a prueba modelos de emisión basados en interacciones leptónicas y hadrónicas, para determinar el escenario más probable para el origen de la emisión de muy alta energía.

***Estado Sólido***
***Sala dos***

10:45 - 11:00 **Enhacement of thermoelectric properties in bilayer graphene superlattices induced by Fano resonances** *José Alberto Briones*

*Torres* (jabt0123@gmail.com), Unidad Académica de Ciencia y Tecnología de la Luz y la Materia, Universidad Autónoma de Zacatecas y Centro de Investigación en Ciencias, Universidad Autónoma del Estado de Morelos..; Rolando Pérez Álvarez(rpa@uaem.mx), Unidad Académica de Ciencia y Tecnología de la Luz y la Materia, Universidad Autónoma de Zacatecas y Centro de Investigación en Ciencias, Universidad Autónoma del Estado de Morelos..; Sergio Molina Valdovinos(sergiomv@uaz.edu.mx), Unidad Académica de Ciencia y Tecnología de la Luz y la Materia, Universidad Autónoma de Zacatecas.; Isaac Rodríguez Vargas(isaac@uaz.edu.mx), Unidad Académica de Ciencia y Tecnología de la Luz y la Materia, Universidad Autónoma de Zacatecas.; *Expositor.*

Thermoelectricity is an alternative energy that makes use of a temperature gradient to generate electricity, the figure of merit is the parameter that measures how good thermoelectric a material is. Graphene bilayer is a quasi-two-dimensional material with a promising future in thermoelectricity. One of the effects that could improve its thermoelectric properties are Fano and hybrid resonances. In the present project, the transport and thermoelectric properties of bilayer graphene superlattices will be obtained, the hybrid matrix method, the Landauer-Büttiker formalism and the Cuttler-Mott formula will be used. The research will focus on improving the power factor through the accumulation of states in energy regions where the Fano and hybrid resonances occurred, we believe that its asymmetric profile could accumulate states, maximize the Seebeck coefficient and be an improvement factor for the figure of merit.

***Física Médica***
***Sala tres***

10:45 - 11:00 **Aplicación del tensor de difusión para el estudio de las fibras cardiacas** *Jaime Torres Juárez* (patroclo.2108@gmail.com), UAM-Iztapalapa; Pilar Dies Suarez(pilydies@yahoo.com), HOSPITAL INFANTIL DE MEXICO FEDERICO GOMEZ; Silvia Hidalgo Tobon(shid@xanum.uam.mx), UAM-HIMFG; *Expositor.*

Introducción: De acuerdo con la OMS las enfermedades cardiovasculares (ECV) son la principal causa de muerte en todo el mundo[1]. El Tensor de Difusión (DTI) nos permite obtener imágenes de las innumerables fibras del corazón (tractografía (tgr)), mediante el análisis del movimiento de las moléculas de agua a lo largo de las fibras. A diferencia del DTI en el cerebro dónde se observan las moléculas de agua inmersas en la mielina, en el corazón observamos las moléculas de agua en los cardiomiocitos[2]. La difusión se explica con la ley de Fick $J = D\,C$.

*Metodologa* : Se obtuvieron las imágenes por Resonancia Magnética (RM)[3] de un corazón post mortem(pm) de cerdo y de un corazón in vivo(iv). Con una máquina de RM SIEMENS Skyra 3T, secuencia EPI, $b = 350s/mm^2$, No. de direcciones = 30, grosor de corte = 4mm, tiempo de repetición = 8200 ms, tiempo eco = 95 ms, ancho de banda = 1350 Hz, flip angle= 90°, dimensiones del voxel = 0.77 x 0.77 x 4 mm3. Usando un software especializado (TrackVis) se obtuvieron las tgr de ambos corazones. De las tgr[4] obtenidas se obtuvieron los valores de FA (anisotropía fraccional) con la expresión: $FA = \surd(3/2)\surd([\,(_n - MD)^2]/[\,(_n)^2])$ donde $_n$ son los eigenvalores del DTI, e indican el grado de difusión de las moléculas de agua en las fibras cardiacas[3,4].

*Resultados* : La FA es un valor escalar entre 0 y 1, describe el grado de difusión de las moléculas de agua en un tejido[5]. Un valor de 0 significa que la difusión es isotrópica (no está restringida), un valor de 1 significa que la difusión se produce en un solo eje (restringida en otras direcciones). Los valores de FA reportados en promedio en la literatura para sujetos de prueba sanos son de: $0.52 \pm 0.03$. De los ROI (regiones de interés) medidos en la pared exterior de los ventrículos izquierdo y derecho respectivamente fueron los siguientes, para el corazón de cerdo pm se obtuvieron los valores de 0.359 y 0.794 con dos ROI respectivamente, mientras que para el corazón iv se obtuvieron los valores de 0.746 y 0.727.

*Conclusiones* : Cuando el corazón cumple con su ciclo sístole y diástole, las fibras de las paredes del ventrículo izquierdo se contraen más que las fibras derechas, esto nos permite tener una cuantificación de los valores de FA cuando las fibras se encuentran contraídas o expandidas, permitiendo que se pueda estudiar una posible patología si al cuantificar los valores de FA se encuentran valores que no concuerden con los obtenidos.

[1].INEGI, Estadísticas de mortalidad https://www.inegi.org.mx/registros/vitales/mortalidad/tabulados/ConsultaMortalidad.asp
[2] Edelman R. In vivo measurement of water diffusion in the human heart. Magn. Reson. Med. 1994; 32(3)
[3] Reese TG. Imaging fiber architecture in vivo with MR. Magn. Reson. Med. 1995; 34(6): 786–791.
[4] Johansen Heidi. Diffusion MRI from quantitative measurement to in-vivo neuroanatomy.

***Óptica***
***Sala cuatro***

10:45 - 11:00 **Diseño de un sistema de tres espejos para corregir, aberración esférica, coma, astigmatismo y curvatura de campo, usando superficies de forma libre** *Jorge De Jesús Alvarado Martínez* (jorge.alvarado@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; Fermín Salomón Granados Agustín(fermin@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; Sergio Vazquez Montiel(sergiovazquez6969@gmail.com), Universidad Interserrana del Estado de Puebla Ahuacatlan; Alejandro Cornejo Rodríguez(acornejo@*

*inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; *Expositor.*
Los sistemas ópticos reflectores datan desde 1930 y son comúnmente utilizados al permitir una mayor resolución, campo de visión amplio, una gran apertura y una distancia focal grande. Estas ventajas incluyen buena simetría, estructura compacta y pequeña inercia rotacional. Este tipo de sistemas usan superficies cuadráticas por la precisión de fabricación, para lograr asfericidad, en donde coma, astigmatismo y curvatura de campo son corregidos. Permitiendo que estos sistemas se usen en áreas como la industria aeroespacial. Actualmente, con el desarrollo tecnológico en la fabricación, superficies más complejas como las formas libres son posibles de lograr. Estas superficies al estar basadas en polinomios aumentan el número de variables para la corrección de aberraciones, logrando sistemas con una resolución aún mayor. En este trabajo se presenta el diseño de un sistema de tres espejos anastigmático (TMA) usando superficies de forma libre con un número f 12, apertura de 1000 mm y un campo de visión (FOV) de 1.25 °. Para la corrección de las aberraciones, esférica, coma, astigmatismo y curvatura de campo el análisis a tercer orden o Seidel es utilizado, mediante el trazo paraxial de rayos (marginal y principal). Finalmente, las superficies de forma libre son logradas mediante una optimización extra, teniendo como punto de partida el análisis a tercer-orden.

***Nanociencias y Nanotecnología***
***Streaming***

11:00 - 12:00 **Dotando de inteligencia a los materiales** *Galo J. A. A. Soler-Illia* (gsoler-illia@unsam.edu.ar), Universidad Nacional de General San Martín, Instituto de Nanosistemas; *Expositor.*
El desarrollo de las nanotecnologías permite crear y manejar una enorme variedad de nanomateriales, cuyas propiedades dependen de su composición, tamaño y forma. Estos nanomateriales, a su vez, pueden ser considerados bloques de construcción de nanosistemas más complejos, que combinan diferentes regiones con propiedades pre-establecidas (ej: conductividad, luminiscencia, catálisis, afinidad (bio)química, etc). Entre los desarrollos más recientes, está la posibilidad de construir nanosistemas que puedan responder a estímulos externos, y en los que se pueda transmitir y transducir información a voluntad. Estos sistemas "inteligentes" pueden ser programados para adaptarse a las condiciones externas de manera autónoma, y tienen un enorme potencial en diagnóstico, terapias, sensado, robótica blanda, interfaz humano-máquina, etc. Presentaremos el diseño y producción de nanosistemas basados en nanomateriales inteligentes con una gran variedad de arquitecturas. El rol de las interacciones y las interfaces en la superficie externa o poros del material es esencial en efectos control del transporte molecular, confinamiento o efectos plasmónicos y fotónicos. Mediante la inclusión de moléculas, polímeros o nanopartículas en la arquitectura de los poros y superficies, estos materiales pueden ser programados para responder a estímulos externos como la luz, la temperatura, campos eléctricos o las condiciones químicas. Estos primeros pasos para dotar de inteligencia a los materiales del futuro están inspirados en la complejidad de los sistemas biológicos.

***Física Médica***
***Streaming***

12:00 - 13:00 **La resonancia magnética sintética: una técnica novedosa para el tratamiento de cáncer** *María Fernanda Villegas Navarro* (fvillegas@fisica.unam.mx), HUK Estocolmo; *Expositor.*
La primera imagen de resonancia magnética (RM) del cuerpo humano completo fue publicada en 1977 y desde entonces ha tenido gran auge particularmente en radioterapia. La RM le permite al radio-oncólogo delinear con alta precisión los tejidos tumorales y órganos de alto riesgo. La planeación de la distribución de dosis al paciente requiere de la superposición de imágenes RM con otras generadas por tomografía computarizada (TC). Sin embargo, dicha fusión de imágenes trae consigo una serie de problemáticas que introducen incertidumbres sistemáticas al tratamiento. La eliminación de estas incertidumbres derivó en el desarrollo de la resonancia magnética sintética (RMs) que consiste en la generación de una imagen a partir de una serie específica de secuencias de resonancia, que contiene información sobre la densidad electrónica de los tejidos -necesaria para la planeación de dosis-. El resultado es algo parecido a la TC pero que mantiene la ventaja del alto contraste del tejido suave que brinda la RM. De esta manera la fusión de imágenes se vuelve irrelevante haciendo el flujo de trabajo en la clínica más eficiente y rentable. A pesar de las ventajas, la RMs es usada de manera rutinaria en tan sólo unos cuantos de hospitales alrededor del mundo. En Suecia los Hospitales Universitarios Karolinska y Lund serán pioneros en su implementación. Así, esta plática se concentrará en los desafíos que hemos experimentado al desarrollar el protocolo de control de calidad, desde la generación de las imágenes hasta el posicionamiento del paciente en el acelerador lineal.

***Estado Sólido***
***Sala seis***

16:00 - 16:30 **Cuantos de flujo magnético en superconductores** *César Gabriel Galván Peña* (cesar.galvan@uaslp.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de San Luis Potosí; *Expositor.*
En los superconductores tipo II existen dos campos magnéticos críticos Hc1 < Hc2. Por debajo de Hc1 se presenta el efecto Meissner donde el campo magnético no puede penetrar al superconductor mientras que entre Hc1 y Hc2 aparece el llamado Estado Mixto donde el

campo penetra en forma de vórtices de flujo magnético cuantizado. Debido a la presencia de estos vórtices la brecha superconductora depende de la posición y la teoría BCS de la superconductividad ya no es suficiente para estudiar dicha brecha. Las ecuaciones de Bogoliubov-de Gennes (BdG) son una extensión de la teoría BCS donde se aumentan los grados de libertad y permite estudiar la superconductividad en sistemas no homogéneos. En esta plática mostraremos cómo incluir los efectos del campo magnético en el estudio de superconductores tipo II a partir de las ecuaciones de BdG y el modelo de Hubbard, el cual sirve para abordar la correlación electrónica en el espacio de posiciones. Finalmente, analizaremos el cálculo de propiedades termodinámicas como el calor específico en función de la intensidad del campo magnético en superconductores de alta temperatura crítica.

***Física Atómica y Molecular***
***Sala cuatro***

16:00 - 16:30 **Estados enmascarados de un átomo interactuando con una cavidad** *Ricardo Gutiérrez Jáuregui* (r.gutierrez.jauregui@gmail.com), Department of Physics, Columbia University; *Expositor.*
Todos los sistemas cuánticos, aunque sea débilmente, están acoplados a un ambiente externo. Este ambiente está adquiriendo información del sistema constantemente, dando lugar a disipación y un rápido decaimiento de las coherencias. Recientemente se han propuesto maneras de esconder esta información dentro de subespacios creados al acoplar al sistema de interés con un tercer subsistema. La idea fundamental de estos estudios es que las correlaciones generadas entre dos sistemas pueden enmascarar el estado cuántico, causando que uno o más estados sean indistinguibles para el ambiente y evitando que este adquiera información.
En esta presentación se da una descripción teórica del fenómeno de enmascaramiento usando un sistema de dos niveles acoplado a un modo de una cavidad con perfil de onda plana. El modo juega dos papeles: por un lado es responsable de generar correlaciones entre grados de libertad externos e internos del átomo, mientras que por otro lado presenta una fuente de disipación debido a los fotones que escapan de la cavidad. Este sistema compuesto representa el escenario más sencillo donde se puede dar el enmascaramiento atómico. Cuando la descripción incorpora un forzamiento externo causado por un haz de luz este ayuda a contrarrestar la pérdida inevitable de fotones. La competencia entre disipación, acoplamiento atómico y forzamiento causa que el sistema presente auto-organización para haces cuyas intensidad superan un valor crítico y sugiere la existencia de una transición de fase cuántica disipativa. Se muestra que la transición se manifiesta en cambios en la estadística de los fotones salientes que pueden ser detectados in situ. A diferencia de otras transiciones de fase reportadas en la literatura, la auto-organización de este sistema no corresponde a la formación de patrones regulares, por el contrario, esta organización involucra la superposición de configuraciones atómicas dan lugar al mismo estado fotónico. Ignorando las correlaciones cuánticas en un tratamiento de campo medio causa que estas soluciones sean inestables, dando lugar a una nueva discusión respecto a la analogía entre transiciones de fase en sistemas ópticos y aquellas en sistemas termodinámicos en equilibrio.

***Física de Plasmas***
***Sala dos***

16:00 - 16:30 **Propiedades de la ablación de un blanco de aluminio a temperaturas criogénicas** *Arturo Robledo Martínez* (a.robledo@mailaps.org), Universidad Autónoma Metropolitana; Luis Angel García Villarreal(lgvangel@gmail.com), Universidad Autónoma Metropolitana; Martín Hugo Sobral(martin.sobral@icat.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Nayla Jiménez De La Vega(naydelavega@gmail.com), Universidad Autónoma Metropolitana; *Expositor.*
Presentamos la caracterización de un plasma de ablación producido por un láser pulsado Nd:YAG de nanosegundos enfocado sobre un blanco de aluminio. La muestra está dentro de una cámara de vacío y es enfriada por medio de un refrigerador de helio en el intervalo 20-293 K. Experimentos previos llevados a cabo por integrantes del grupo demostraron que a altas temperaturas (de hasta 500° C) la intensidad de las líneas emitidas crecía con la temperatura de la muestra [1]. En el presente trabajo se encuentra que la intensidad de las líneas emitidas es máxima a temperaturas del blanco en el intervalo 150-250 K. También se encontró que la temperatura electrónica es máxima a las más bajas temperaturas del blanco empleadas ( 20 K) y decrece conforme se calienta el blanco. Estos resultados parecen, a primera vista, sorprendentes ya que la intensidad de las líneas es proporcional a la temperatura del plasma y ésta debería estar en correspondencia con la temperatura de la muestra. Nuestros cálculos de la interacción láser-superficie vía la ecuación de transporte de calor, antes de la ignición del plasma, muestran que debido a las propiedades físicas del aluminio, el calentamiento de la superficie aumenta conforme decrece su temperatura. Este calentamiento inicial de la muestra a bajas temperaturas se refleja en un plasma inicial más caliente y menos denso. Finalmente, se encuentra que la intensidad del continuo de la radiación es dependiente de la temperatura del blanco y su distribución corresponde a la de un cuerpo negro.
Referencias [1] E. Alvarez-Zauco R. Sanginés, H. Sobral, Applied Physics B 108 (2012) 867–873.

***Física Estadística y Termodinámica***
***Sala uno***

16:00 - 16:30 **Cinética de fases de la segregación de nanopartículas y un cristal líquido** *Orlando Guzmán* (ogl@xanum.uam.mx), UAM Iztapalapa; *Expositor.*

Orlando Guzmán, Francisco Gael Segura Fernádez, Erick Felipe Serrato García, José Emmanuel Flores Calderón
Universidad Autónoma Metropolitana, Departamento de Física, Mexico.

El auto-ensamable de nanopartículas (NPs) por medio de un cristal líquido (CL) se ha reportado experimentalmente por Rodarte et al. (2015): si una mezcla de NPs y mesógenos se enfría por debajo de la transición isótropo-nemático, las NPs se segregan fuera del fluido nemático. En este trabajo presentamos un modelo cinético de las etapas iniciales del auto-ensamble, representando a las NPs y al CL con campos de parámetro de orden y de concentración, que no obedecen u obedecen, respectivamente, una ley de conservación. Modelamos el llevar al sistema por debajo de la temperatura de transición y estudiamos los resultados mediante simulaciones numéricas. Cuando la energía libre de las NPs es puramente repulsiva, contrastamos los resultados obtenidos cuando el parámetro de orden se representa como un tensor de segundo rango o con un solo escalar.

Agradecimientos:
OG, FGSF y JEFC agradecen financiamiento Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (México) Proyecto CB-2016-01 No. 286326. EFSG agradece una beca de maestría del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (México).

***Gravitación y Física Matemática***
***Sala tres***

16:00 - 16:15 **Efficient calculation of the effective action in quantum electrodynamics** *Christian Johannes Schubert Baumgartel(christianschubert137@gmail.com), Universidad Michoacána de San Nicolás de Hidalgo; James Paul Edwards(james.p.edwards@umich.mx), Universidad Michoacána de San Nicolás de Hidalgo; Nabanita Dasgupta-Schubert(nitaschubert@gmail.com), Universidad Michoacána de San Nicolás de Hidalgo; Isaí Raya Farías* (irayaf85@gmail.com), Universidad Michoacána de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.*

We apply the worldline formalism to the calculation of certain infinite series of terms in the effective action in scalar and spinor quantum electrodynamics.

***Nanociencias y Nanotecnología***
***Sala cinco***

16:00 - 16:30 **Bridging the Terahertz gap between the worlds of Electronics and Photonics** *Elodie Claire Strupiechonski* (elodie.strup@cinvestav.mx), Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, Unidad Querétaro, Departamento de Materiales Optoelectrónicos; *Expositor.*

Terahertz frequencies are often referred to as "The Terahertz Gap" for a very important reason: they correspond to the portion of the electromagnetic range where both electronic and photonic technologies start to become inefficient for generation and detection of radiation. For this reason, the terahertz frequency range can also be viewed as the last electromagnetic frontier for us to conquer to be able to create solutions for research and applications. Indeed, there are many applications waiting for good detectors and sources of terahertz radiation: in medical or quality control, with non-destructive inspection or imaging of multilayer configurations, to detect internal defects in teeth or hidden fabrication issues in packaged electronic circuits; in astronomy, from the observation of the cosmic background to encrypted inter-satellite communication; in biotechnology, with on-chip real-time chemical reaction monitoring; in security, for non-destructive discovery of hidden objects under clothes or envelopes; and there are more. In this talk, we are going to explain why both electronic and photonic existing technologies fail to efficiently produce and detect terahertz radiation by looking at the physics involved in their principle of operation. A review of the most successful terahertz technologies available to date will follow, with an in-depth analysis of the reasons of their success. Their limitations and perspectives will be discussed from a physicist point of view and the idea of using knowledge from both worlds – electronics and photonics – as the ultimate approach to bridge the gap will be introduced and illustrated with specific examples.

***Rayos Cósmicos***
***Sala siete***

16:00 - 16:30 **Los Rayos Cósmicos de Altas Energías a la Luz de las Nuevas Observaciones Astrofísicas** *Juan Carlos Arteaga Velázquez* (arteaga@ifm.umich.mx), IFM UMSNH MICH.; *Expositor.*

Han pasado más de cien años desde el descubrimiento de los rayos cósmicos por el físico austríaco Victor Franz Hess, y a pesar del tiempo transcurrido, el misterio aún rodea el origen, la naturaleza y el mecanismo de producción de esta radiación, la cual es una de las más energéticas del universo. Sin embargo, los estudios teóricos y experimentales realizados a lo largo del tiempo, cada vez más refinados al pasar los años, han permitido encontrar diversas claves que han ampliado nuestra comprensión sobre la física de los rayos cósmicos. Hemos aprendido, por ejemplo, que los rayos cósmicos están formados por electrones, núcleos atómicos y trazas de antimateria, que su energía puede superar más de 10 millones de veces la que alcanzan las partículas en los haces del LHC del CERN y que son producidas en ambientes astrofísicos muy energéticos y violentos, tanto en fuentes galácticas como extragalácticas. Sin embargo, detalles específicos sobre las abundancias relativas de los diferentes grupos de partículas en los rayos cósmicos, la forma e intensidad de los espectros de cada los diferentes grupos de masa

que los componen, las clases de fuentes que los producen, el mecanismo de propagación de estas partículas en el espacio, y su proceso de aceleración no han sido completamente dilucidados.
Para responder estar preguntas, nuevos experimentos de rayos cósmicos se han formado recientemente y han aportado nueva información al respecto. En esta plática hablaremos sobre algunos de estos hallazgos y presentaremos algunas de las nuevas propuestas experimentales que pretenden aportar nueva información para entender el enigma que encierran los rayos cósmicos.
Los rayos cósmicos de altas energías a la luz de las nuevas observaciones astrofísicas Dr. Juan Carlos Arteaga Velázquez Instituto de Física y Matemáticas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

***Gravitación y Física Matemática***
***Sala tres***

16:15 - 16:30 **Estados de Gamow-Siegert discontinuos de sistemas cuánticos con interacciones puntuales** *Víctor Barrera-Figueroa* (victorbarreraf@hotmail.com), Sección de Estudios de Posgrado e Investigación UPIITA del Instituto Politécnico Nacional; *Expositor.*
En esta charla abordamos operadores de Schrödinger unidimensionales sometidos a interacciones puntuales así como a potenciales regulares acotados de corto alcance. Determinamos la estructura de los estados de Gamow-Siegert (también conocidos como estados de resonancia) debida a las interacciones puntuales, que dan como resultado discontinuidades en las funciones de onda en los puntos donde las interacciones se encuentran soportadas. Así mismo, presentamos un método para determinar sus energías complejas asociadas a partir de una formulación matricial del problema. Finalmente se muestran algunos ejemplos numéricos con potenciales de interés.

***Estado Sólido***
***Sala seis***

16:30 - 16:45 **Ingeniería de metamateriales elásticos** *María Gabriela Báez Juárez* (gbaez@azc.uam.mx), Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco; Enrique Flores Olmedo(enrique22809@gmail.com), Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco; Arturo Arreola Lucas(arreolaarturo@gmail.com), Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco; Filiberto Ramírez Ramírez(mayorfiliberto1989@gmail.com), Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco; Rafael Alberto Méndez Sánchez(mendez@icf.unam.mx), Instituto de Ciencias Físicas, UNAM; *Expositor.*
El diseño de materiales artificiales, con propiedades anómalas emergentes, es una investigación de frontera muy activa hoy en día debido a las múltiples y novedosas aplicaciones basadas en la nueva física. Estos nuevos materiales, también llamados metamateriales, se caracterizan por su fenomenología ondulatoria que desafía nuestra intuición: superenfocamiento, invisibilidad y desaceleración, entre otros.
En esta conferencia presentamos evidencia experimental del control de ondas mecánicas a través de algunos metamateriales elásticos estructurados, estratégicamente diseñados y fabricados en nuestro grupo de investigación. Algunas propiedades emergentes de estos materiales elásticos son las oscilaciones de Bloch; atrapamiento de arcoíris y velocidad de grupo cercana a cero y modelos de enlace fuerte.

***Física Atómica y Molecular***
***Sala cuatro***

16:30 - 16:45 **Dinámica rotovibracional del $CH_3OH$ a 10.6 $\mu$m** *Marcela Dolores Grether González(mdgg@ciencias.unam.mx), Universidad Autónoma Metropolitana, División de Ciencias Basicas; Jesús Flores Mijangos* (flores@nucleares.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Enrique López-Moreno(elmlvi@gmail.com), Universidad Nacional Autónoma de México; Ollin Cacheux Luna(folix360@hotmail.com), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*
En este trabajo se presenta un estudio sobre la dinámica rotovibracional de la molécula $CH_3OH$ para el isómero más abundante, así como un análisis de las posibles coincidencias en absorción resonante con líneas de emisión de un láser de $CO_2$ en la región de las 10.6 $\mu$m. La molécula $CH_3OH$ tiene 12 frecuencias de oscilación siendo el séptimo modo a 1034 cm$^{-1}$ cercano a la banda $10R$ del láser de $CO_2$. Se han reportado más de 100 líneas de emisión láser en el infrarrojo lejano del $CH_3OH$ bombeadas ópticamente por distintas líneas del láser de $CO_2$. Dado lo anterior, resulta interesante estudiar el espectro rotovibracional del $CH_3OH$ para identificar las transiciones involucradas en estos procesos. Hasta el momento se cuenta con valores de las frecuencias asociadas a los 12 modos de oscilación y dos de los tres momentos de inercia del rotor. Completando esta información hemos podido estimar las frecuencias asociadas a la banda $P$ correspondiente a 1034 cm$^{-1}$ haciendo uso de un hamiltoniano de Oscilador Armónico, más un rotor asimétrico casi oblato. Se obtienen varias coincidencias cercanas, que de ser confirmadas experimentalmente, permiten medir la dependencia del término anarmónico del oscilador, y también completar la estructura de la matriz de momentos de inercia para esta molécula con una precisión del orden de $\sim$50 MHz para la anchura de las líneas espectrales. Los autores reconocen el apoyo de la DGAPA a través del proyecto: PAPIIT-IN120920. DGAPA-UNAM.

***Física de Plasmas***
***Sala dos***

16:30 - 16:45 **Interacción de partículas cargadas de alta energía con cuerdas de flujo magnético en el medio interplanetario** *Alejandro Lara* (alara@igeofisica.unam.mx), Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de Méxicos; Tatiana Niembro(tat17v@gmail.com), Universidad Nacional Autónoma de México; Alberto Santiago(byalbertby@hotmail.com), Universidad Nacional Autónoma de México; Arun Babu(arun@igeofisica.unam.mx), Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México; Luis Preisser(preisser@igeofisica.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*
En el medio interplanetario viajan cuerdas de flujo magnético conocidas como nubes magnéticas (NM) que son expulsadas del Sol con velocidades que van desde unos cientos hasta unos miles de km/s y con una frecuencia que depende del ciclo solar, siendo muy pocas por año durante el mínimo solar hasta varias por día durante el máximo. Las cuerdas de flujo o nubes magnéticas se expanden rápidamente y su sección transversal puede llegar a medir media unidad astronómica a ala altura de la Tierra. La estructura helicoidal del campo magnético dentro delas NM desvía a las partículas cargadas relativistas que componen flujo de rayos cósmicos galácticos (RCG) originando anisotropias que pueden ser observadas por los detectores de RCG en la Tierra. En este trabajo presentamos los resultados preliminares del análisis del efecto de la rotación del campo magnético sobre el flujo de RCG cuando una NM pasa cerca de la Tierra. Analizando 54 eventos registrados tanto por la nave WIND en el medio interplanetario como por la red de monitores de neutrones en la superficie terrestre, encontramos una importante relación entre la rotación del campo de la NM y los cambios en el flujo de RCG.

***Física Estadística y Termodinámica***
***Sala uno***

16:30 - 16:45 **Cuantificación de la distribución de tamaños de burbujas en la transición entre ebullición nucleada, y ebullición laminar.** *Guillermo Alejandro Pérez Lobato* (guilleme@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias Universidad Nacional Autónoma de México; Edna Magdalena Hernández González(ednah@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias Universidad Nacional Autónoma de México; Ricardo Atahualpa Solórzano Kraemer(ata.kraemer@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias Universidad Nacional Autónoma de México; Enrique Lopez Moreno(elmlix@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*
La ebullición nucleada es cuando un líquido hierve sobre un sólido formando una serie de burbujas bien definidas, y tiene un alto coeficiente de transferencia de calor del sólido al líquido. Por otro lado, la ebullición laminar ocurre cuando hay una película de vapor entre el sólido y el líquido que impide el flujo de calor entre ambos. La transición entre los dos ocurre a un flujo de calor crítico (CHF, por sus siglas en Inglés). Mantener un régimen de ebullición nucleada es importante para aplicaciones como enfriamiento de reactores nucleares, de circuitos integrados, refrigeradores, o superconductores. La transición entre estos dos regímenes de ebullición todavía no es bien entendida, y existen varias teorías, en particular la teoría estadística propone que la transición es un fenómeno libre de escala, que es la que estudiamos en este trabajo. Se realizaron una serie de experimentos en los que se mide la distribución del tamaño de las burbujas en ebullición nucleada, antes de la transición a ebullición laminar. Se hierve agua en un envase de aluminio pulido, usando diferentes temperaturas con una electrónica hecha en el laboratorio. Se mide la distribución de tamaños de las burbujas usando técnicas ópticas en el visible, en lugar de sensores infrarrojos. Esto permite abaratar enormemente el experimento y sin embargo seguimos obteniendo una buena imágen y deserción de las burbujas y los cúmulos de burbujas. Se encuentra que la distribución de tamaños sigue aproximadamente una ley de potencias del tipo: $PDF = 1/A^{\gamma}$.

***Gravitación y Física Matemática***
***Sala tres***

16:30 - 16:45 **Evolución de excitaciones no lineales en el sistema molecular del ADN interactuando con una proteina inmerso en un medio viscoso** *Omar Pavon Torres* (opavtor91@gmail.com), Universidad Autónoma del Estado de México; Ma. De Lourdes Najera López(malourdesnl@yahoo.com), Universidad Autónoma del Estado de México; Maximo Augusto Aguero Granados(makxim@gmail.com), Universidad Autónoma del Estado de México; *Expositor.*
En el presente trabajo se estudia la evolución de las excitaciones no lineales que describen el movimiento colectivo de los pares de bases del ADN cuando este interactúa con una proteina, considerando los efectos del del medio viscoso que los rodea. Este análisis se llevo acabo partiendo de la ecuación que describe la propagación de la energía en la cadena molecular del ADN; la ecuación de Schrödinger con no linealidad cúbica y quinta, cuyas soluciones son conocidas. Posteriormente, se le agrega un término de amortiguamiento a la ecuación no lineal para analizar la evolución de las soluciones tipo soliton de la ecuación sin perturbar debido a este término perturbativo. Este análisis perturbativo fue llevado a cabo de manera analítica usando un método quasi-estacionario.

***Nanociencias y Nanotecnología***
***Sala cinco***

16:30 - 16:45 **Dinámica disipativa de estados polaritónicos en cromóforos acoplados con plasmones** *Daniel.Finkelstein_Shapiro@Chemphys.Lu.Se*

*Finkelstein-Shapiro* (daniel.finkelstein_shapiro@chemphys.lu.se), UNAM, Lund University; *Expositor.*
El débil acoplamiento de los sistemas atómicos con su entorno los hace ideales para observar y probar fenómenos cuánticos que requieren coherencia, como la preparación de estados mixtos de luz y materia, polaritones, o procesos de interferencia. Estos efectos son la base de importantes aplicaciones tecnológicas (computación cuántica, emisión coherente, enfriamiento de átomos) y propuestas teóricas sugieren que se pueden aplicar también en celdas solares, si pudieran reproducirse de manera controlada en sistemas moleculares o de estado sólido.
Discutiré la problemática de reproducir efectos de óptica cuántica en nanomateriales basados en nanopartículas con coberturas de moléculas orgánicas, desde una perspectiva teórica y experimental. Las moléculas adsorbidas en nanopartículas semiconductoras son sistemas modelo candidatos para las interferencias de tipo Fano. Describiré la resolución de un sistema Fano en un ambiente disipativo antes de discutir la dinámica de excitaciones en plasmones fuertemente acoplados a cromóforos en la superficie. Estas últimas están descritas por modelos de electrodinámica cuántica en cavidades. Mediciones de absorción lineal así como espectroscopía electrónica bidimensional muestran una dinámica rica de procesos de muchos cuerpos que también deben de ser descritos por modelos de Fano generalizados.
Finkelstein-Shapiro, D.; Urdaneta, I.; Calatayud-Antonino, M.; Atabek, O.; Mujica, V.; Keller, A. Fano-Liouville Spectral Signatures in Open Quantum Systems. Phys. Rev. Lett., 2015, 115, 113006 Finkelstein-Shapiro, D.; Poulsen, F; Pullerits, T; Hansen, T. Coherent two-dimensional spectroscopy of a Fano model, Phys. Rev. B. 2016, 94, 205137 Finkelstein-Shapiro, D.; Keller, A. Ubiquity of Beutler-Fano profiles: from scattering to dissipative processes. Phys. Rev. A. 2018, 97, 023411 Finkelstein-Shapiro, D., Mante, P.A., Sarisozen, S., Wittenbecher, L., Minda, I., Balci, S., Pullerits, T., Zigmantas, D., Radiative Transitions and Relaxation Pathways in Plasmon-Based Cavity Quantum Electrodynamics Systems, arXiv:2002.05642

***Rayos Cósmicos***
***Sala siete***

16:30 - 16:45 **Observatorio de Rayos Cósmicos de la CDMX como Herramienta para Estudiar el Clima Espacial en el LANCE.** *Luis Xavier González Méndez* (xavier@igeofisica.unam.mx), LANCE/SCiESMEX, Instituto de Geofísica, UNAM.; José Francisco Valdés Galicia(jfvaldes@igeofisica.unam.mx), Instituto de Geofísica, UNAM.; Juan Américo González Esparza(americo@igeofisica.unam.mx), Laboratorio Nacional de Clima Espacial, Instituto de Geofísica, UNAM.; *Expositor.*
Las emisiones del Sol permean la heliósfera con plasma y líneas de campo magnético, las cuales generan efectos sobre los rayos cósmicos (RC) galácticos que ingresan y alcanzan la órbita de la Tierra. Estos efectos son la isotropía y la anti-correlación entre el ciclo de actividad solar y el flujo de RC detectados. La isotropía resulta de la suma de los procesos de convección, difusión, derivas y cambios de energía del flujo de RC y su interacción con las emisiones solares. La anti-correlación se observa entre el ciclo de actividad del Sol y el flujo de RC galácticos que se detecta en la Tierra. Cuando el Sol se encuentra con mínima actividad, justo como este 2020, las emisiones energéticas son menos frecuentes y permiten que el flujo de RC galácticos se incremente; de este modo, cuando el Sol se encuentra con mayor actividad (próximo máximo 2025), los registros de RC galácticos son menores. Si las emisiones solares son lo suficientemente intensas, pueden provocar afectaciones al Clima Espacial, de ahí la importancia de su estudio y análisis. En el Laboratorio Nacional de Clima Espacial (LANCE), el Observatorio de Rayos Cósmicos de la Ciudad de México (ORC-CDMX) monitorea los RC galácticos y sus variaciones debidas a la actividad solar, además de las partículas energéticas solares que se emiten en las fulguraciones. El ORC-CDMX consiste en un Monitor de Neutrones y un Telescopio de Muones, que detectan las componentes hadrónica y dura del chubasco de rayos cósmicos y ha estado en operación continua desde 1990. En este trabajo presentamos la capacidad de detectar variaciones en el flujo de los RC galácticos, generadas por las emisiones de la actividad solar y que pueden afectar el clima espacial, además de un estudio de los eventos más importantes que se han registrado.

***Estado Sólido***
***Sala seis***

16:45 - 17:00 **Efectos de temperatura y defectos en propiedades mecánicas de nanotubos de $MoS_2$** *Dante Misael Niño Cabrero(dante.ninocbr@uanl.edu.mx), Universidad Autónoma de Nuevo León; Sergio Javier Mejía Rosales* (sergio.mejiars@uanl.edu.mx), Universidad Autónoma de Nuevo León; *Expositor.*
Como una extensión a un trabajo previo, se presentan resultados de simulaciones de dinámica molecular de la respuesta al stress de nanotubos de disulfuro de molibdeno. Para el cálculo de fuerzas se utiliza un potencial de tipo Stillinger-Weber, que considera parametrizaciones distintas dependiendo de si la estructura del nanotubo es de politipo 1T o 2H. Se encuentra que el módulo de Young para nanotubos 2H alcanza valores cercanos a 150 GPa, excepto para diámetros menores a 2 nm, para los que el valor decae ligeramente. Para los nanotubos de politipo 1T la dependencia en el diámetro es aún más pronunciada, con el módulo de Young decayendo a valores cercanos a 100 GPa en diámetros menores a 2 nm. El módulo de Young no depende fuertemente de la orientación de la capa de MoS2 que forma el nanotubo. Los nanotubos 2H

presentan una mayor resistencia a la fractura y porcentaje de elongación que los 1T. Se presentan las variaciones en las propiedades mecánicas por cambio de temperatura y presencia de defectos en la estructura.

***Física Atómica y Molecular***
***Sala cuatro***

16:45 - 17:00 **Estructura de la función de pares y de las funciones de correlación de densidad en el cruce BEC-BCS** *Víctor Romero Rochín(romero@fisica.unam.mx), Instituto de Física, UNAM; Juan Carlos Obeso Jureidini* (juan-e22@ciencias.unam.mx), Posgrado en Ciencias Físicas, UNAM; *Expositor.*
Estudiamos el comportamiento, a grandes distancias, de la función de onda de pares y de los correladores de espines paralelos y antiparalelos en el cruce BEC-BCS. El sistema considerado es un gas homogéneo de dos especies fermiónicas balanceadas que interactúan por un potencial de contacto a temperatura cero. En las tres funciones, se encontró un decaimiento exponencial y un comportamiento oscilatorio bien definidos, que fue caracterizados en la región del cruce. Además encontramos expresiones analíticas para las longitudes de correlación y tamaño promedio del par. Estas propiedades permiten una descripción completa de la estructura espacial del sistema.

***Física de Plasmas***
***Sala dos***

16:45 - 17:00 **Magnetosheath Jets and Plasmoids: Characteristics and formation mechanisms from hybrid simulations.** *Luis Preisser* (preisser@igeofisica.unam.mx), Instituto de Geofisica UNAM; Xochitl Blanco-Cano(xbc@igeofisica.unam.mx), Instituto de Geofisica UNAM; Primoz Kajdic(primoz@igeofisica.unam.mx), Instituto de Geofisica UNAM; David Burgess(d.burgess@qmul.ac.uk), Queen Mary University of London; Domenico Trotta(d.trotta@qmul.ac.uk), Queen Mary University of London; *Expositor.*
Magnetosheath jets and plasmoids are very common phenomena downstream of Earth's quasi-parallel bow shock. Since the increase of the dynamic pressure is one of the principal characteristics of magnetosheath jets, the embedded paramagnetic plasmoids have been considered as an special case of the former. Although the properties of both types of structures have been widely studied during the last twenty years, their formation mechanisms have not been examined thoroughly. In this work we perform a 2D local hybrid simulation (kinetic ions - fluid electrons) of a quasi-parallel ($\theta_{Bn} = 15°$), supercritical ($M_A = 7$) collisionless shock in order to study these mechanisms. Specifically, we analyze the formation of one jet and one plasmoid, showing for the first time that they can be produced by different formation mechanisms at the shock interface. In our simulation, the magnetosheath jet is formed according to the mechanism proposed by Hietala et al. 2009, where at the shock ripple the upstream solar wind suffers locally less deceleration and the flow is focused in the downstream side producing a compressed and high-velocity region that leads to an increase of dynamic pressure downstream of the shock. The formation of the plasmoid however follows a completely new scenario being generated by magnetic reconnection between two plasma layers at the shock transition region.

***Física Estadística y Termodinámica***
***Sala uno***

16:45 - 17:00 **Proceso de Kramers constreñido a la esfera S2** *Adriano Valdés Gómez* (adriano@ciencias.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Francisco Javier Sevilla Pérez(fjsevilla@fisica.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*
En este trabajo presentamos métodos numéricos desarrollados para simular la dinámica estocástica de la velocidad y la posición de una partícula constreñida a moverse sobre la superficie de una esfera bi dimensional, en presencia de campos (externos) no lineales. Resultados analíticos son derivados para validar estos métodos, los cuales pueden ser generalizados a procesos fuera del régimen lineal y no markovianos, esto es, cuando existe un kernel de memoria en la ley de evolución. Se discute una extensión a variedades en donde la curvatura no es constante.
Se agradece a DGAPA-PAPIIT-UNAM IN110120.

***Gravitación y Física Matemática***
***Sala tres***

16:45 - 17:00 **Efectos de la rotación del espacio-tiempo en la sincronización de relojes en órbitas circulares** *Gabriela Isabel Vera Garfias* (givg.2412@gmail.com), Universidad Autónoma Metropolitana – Azcapotzalco; César Simón López Monsalvo(cslm@azc.uam.mx), Conacyt – Universidad Autónoma Metropolitana – Azcapotzalco; *Expositor.*
A pesar de la efectividad de la gravitación Newtoniana en los cálculos de órbitas y trayectorias espaciales, hay efectos propios de la Teoría General de la Relatividad que podrían tener un impacto no despreciable en las comunicaciones satelitales óptimas. Es un hecho conocido que el tiempo transcurre de manera distinta para observadores que se encuentran a diferentes alturas de un campo gravitacional central. Mas aún, uno de los efectos distintivos de la relatividad general es el llamado arrastre de marcos de referencia. Este efecto es propio de todas las fuentes del campo gravitacional que están definidas por su masa y momento angular. En este trabajo consideremos las condiciones que deben cumplir partículas de prueba para ocupar órbitas circulares en el plano ecuatorial de un espacio-tiempo de Kerr. En particular, se obtienen expresiones para las ecuaciones de Hamilton-Jacobi para

geodésicas tipo tiempo en términos de los momentos lineal y angular de cada partícula y se integran mediante el uso de simetrías. El resultado nos permite analizar explícitamente el tiempo coordenado medido por cada una de las partículas de prueba y comparar el lapso de tiempo en órbitas a distintos radios y con momento angular orbital diferente.

***Nanociencias y Nanotecnología***
***Sala cinco***

16:45 - 17:00 **SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN DE REDES ORGANOMETÁLICAS BASADAS EN NÍQUEL Y NICOTINA (Ni-MOF)** *Moises Isai Casillas Alvarez* (casillasam2014@licifug.ugto.mx), DCI, CAMPUS LEON, UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO; Sergio Augusto Romero Servin(sromero@ugto.mx), DCI, CAMPUS LEON, UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO; Christian Gomez Solis(gomez.c@ugto.mx), DCI, CAMPUS LEON, UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO; *Expositor.*
Las redes organometálicas (MOF por su significado en ingles Metal Organic Frameworks) como materiales porosos se caracterizan por su alta área superficial, tamaño de poro, alto grado de cristalinidad, sensibilidad a contaminantes, así como su capacidad para almacenar energía. Por lo tanto, entre las principales aplicaciones se encuentran la liberación de fármacos controlada, super capacitores, fotocatálisis, dispositivos fotónicos, captura y almacenamiento de contaminantes entre otras. En ese sentido desde hace 30 años los investigadores han centrado sus esfuerzos en estudiar y mejorar estos materiales, así como explorar otras posibles aplicaciones o rutas para obtenerlos. Las redes organometálicas basadas en níquel como centro metálico han mostrado poseer fuertes propiedades capacitivas debido a su morfología, gran área superficial y tamaño de poro favorable para esta aplicación. En este trabajo se sintetizaron por primera vez redes organometálicas basadas en Níquel (como centro metálico) y Nicotina (como ligando orgánico) bajo el método sonoquímico. El material resultante se analizó por varias técnicas como lo son; FT-IR y XRF para conocer la composición química y los enlaces presentes, XRD para conocer su estructura cristalina y espectroscopia UV-VIS donde se revisó paso a paso la estequiometría de la reacción, así como se obtuvieron las principales bandas de absorción asociadas a la red resultante. Adicionalmente, se revisaron sus curvas de absorción isotérmicas de nitrógeno para conocer el área superficial del material y tamaño de poro, así como la morfología del material mediante SEM. Se concluyo que se obtuvo una red organometálica con un grado de cristalinidad, tamaño de poro y área superficial comparable con trabajos anteriores. Lo cual permite proponer al material para su aplicación en el ámbito del almacenaje de energía, como los super capacitores. Aunado a lo anterior, se obtuvieron interesantes resultados en las curvas de absorción óptica que podrían significar un efecto de plasmón de superficie en la red organometálica (Ni-Nicotina).

***Rayos Cósmicos***
***Sala siete***

16:45 - 17:00 **Resultados recientes del observatorio de rayos gamma HAWC** *Alberto Carramiñana Alonso* (alberto@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; *Expositor.*
Ubicado en la meseta Norte del Volcán Sierra Negra, a 4100 metros de altitud, el observatorio de rayos gamma HAWC observa cada día sideral dos terceras partes del cielo, con lo que ha logrado la visión más profunda del hemisferio Norte visto en fotones con energías de TeV. Se presentan resultados del survey de HAWC abarcando 1523 días de datos, donde predominan las fuentes Galácticas, asociadas a remanentes de supernova y pulsares, complementadas por galaxias activas cercanas.

***Estado Sólido***
***Sala seis***

17:00 - 17:30 **PREDICCIÓN TEÓRICA DE CÚMULOS BIMETÁLICOS Y SOPORTES CATALÍTICOS BASADOS EN OXIDOS MIXTOS** *Filiberto Ortíz-Chi* (fortiz@conacyt.mx), CONACyT-Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; *Expositor.*
Filiberto Ortiz-Chi1, José Morato-Marquez2, Pablo Ávarez-Hernádez2, Lenin Badal-Torres2, Eduardo Cifuentes-Quintal3, Claudia Espinosa-Gonzalez1, Srinivas Godavarthi1 y Gilberto Torres-Torres2
1CONACyT-Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Centro de Investigación de Ciencia y Tecnología Aplicada de Tabasco, C.P. 86690, Cunduacán, Tabasco, México; 2Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, División Académica de Ciencias Básicas, C.P. 86690, Cunduacán, Tabasco, México; 3Departamento de Física Aplicada, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, C.P. 97310, Mérida, Yucatán, México.
La búsqueda de sistemas catalíticos superiores ha motivado la investigación de nano-estructuras bimetálicas que permitan modificar sus propiedades estructurales y electrónicas a través de cambios en su composición atómica. En este trabajo presentamos la predicción teórica de nuevas fases cristalinas del titanato de zirconio, propuesto como un soporte catalítico alternativo a los óxidos simples TiO2 y ZrO2. Además, presentamos la predicción estructural del cúmulo bimetálico RuCun (n = 1 – 12) y de cúmulos de oxidos mixtos basados en TiO2 y Al2O3, con especial interés en el complejo con relación másica cercana al 50:50. Todos los cálculos estan basados en la teoría del funcional de la densidad y en todos los casos se verifica la estabilidad dinámica de las estructuras finales. Las soluciones del mínimo global se acompañan de un análisis de su reactividad mediante diferentes indices.

Palabras claves: Catálisis, Optimización global, Reactividad.
Agradecimientos:
Estamos agradecidos a Conacyt (Grant A1-S-26876) por el apoyo financiero y HPC Juchiman (CONACyT, U0003-2015-7-26609) por la asignación de recursos computacionales.
Correo electrónico de presentación de autores: fortiz@conacyt.mx

***Física Atómica y Molecular***
***Sala cuatro***

17:00 - 17:30 **Emisión Anisotrópica de Iones a partir de Agregados Atómicos sujetos a Pulsos Láser Intensos** *Abraham Camacho Garibay* (camachogaribay.1@osu.edu), The Ohio State University; Hyunwook Park(park.1771@osu.edu), The Ohio State University; Zhou Wang(wang.2981@osu.edu), The Ohio State University; Pierre Agostini(agostini.4@osu.edu), The Ohio State University; Louis Dimauro(dimauro.6@osu.edu), The Ohio State University; *Expositor.*
Desde hace algunos años los agregados (clusters) han mostrado ser objetos fascinantes para el estudio de la interacción de luz intensa con la materia en un amplio intervalo de longitudes de onda. Su tamaño finito y controlable permite estudiar la transición entre el estado solido y las fisica molecular y/o atómica, siendo además capaces de absorber eficientemente la radiación laser mostrando una variedad de fenómenos interesantes. Cuando son sometidos a pulsos intensos en el infrarrojo, los clusters emiten electrones con altas energías, iones con estados elevados de carga, fotones de onda corta e incluso productos de fusión. En esta plática me enfocaré en un fenómeno conocido pero aún intrigante el cual es la anisotropía observada en la emisión iónica, la cuál hemos observado se encuentra presente en un amplio intervalo de longitudes de onda e intensidades. Mediante la combinación de experimentos y simulaciones de dinámica molecular, será posible entender de forma clara los papeles que la explosión Coulombica, la expansión hidrodinámica, la polarizabilidad atómica, la longitud de onda, y la duración del pulso, juegan cada uno de ellos para explicar la emisión iónica.

***Física de Plasmas***
***Sala dos***

17:00 - 17:30 **Alcances de la tecnología de plasma fuera de equilibrio en la inactivación de virus** *Marquidia Pacheco Pacheco* (marquidia.pacheco@inin.gob.mx), Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares; Joel Pacheco Sotelo(joel.pacheco@inin.gob.mx), Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares; Ricardo Valdivia Barrientos(ricardo.valdivia@inin.gob.mx), Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares; *Expositor.*
La radiación ultravioleta (UV) y las especies reactivas de Oxígeno y/o de Nitrógeno (ROS y/o RNS) que se generan en el plasma, proporcionan las propiedades antimicrobianas para la inactivación de varios microorganismos patógenos. Los rayos UV pueden dañar los ácidos nucleicos, mientras que las especies pueden oxidar los ácidos nucleicos, las proteínas y los lípidos, con diferentes afinidades que dependen de la especie. Las especies reactivas generadas por el plasma frio, (ROS, RNS, radicales energéticos), especialmente el oxígeno singlete (1O2), inactivan eficientemente diferentes tipos de virus, al deteriorar la cápside (estructura que envuelve el genoma y el ácido nucleico –DNA); por lo que, tanto el ácido nucleico como las proteínas son dañadas, causando posteriormente la muerte del virus.
El objetivo del presente trabajo es el de mostrar un panorama de la tecnología de plasma usada actualmente para tratar virus, además de discutir los resultados de un modelo cinético del que nos apoyaremos para mostrar las mejores condiciones de producción de los compuestos clave en la desactivación de virus. Para dicho modelo se consideran la composición de la mezcla de gases y el valor de campo eléctrico reducido (E/N) en la cabeza y columna de la descarga de plasma.

***Física Estadística y Termodinámica***
***Sala uno***

17:00 - 17:30 **Interacción biofísica entre el parásito causante de la enfermedad de Chagas y diferentes tipos de células de mamífero, y su relación con la eficiencia de invasión** *Moisés Santillán* (msantillan@cinvestav.mx), Cinvestav Monterrey; *Expositor.*
Múltiples trabajos han demostrado que la motilidad de los parásitos de la familia Trypanosomastida es importante para la replicación y sensibilidad de los parásitos. Sin embargo, aunque algunos hallazgos sugieren de manera indirecta que la motilidad también juega un papel importante durante la infección, esto no ha sido estudiado con la suficiente profundidad. En el presente trabajo abordamos este problema para el caso de T. cruzi. Mediante grabaciones de video y la reconstrucción de trayectorias individuales, estudiamos los patrones de movimiento de tripomastigotes de T. cruzi de la cepa CL Brener. Esto lo hicimos tanto con parásitos que nadan solos, como con parásitos que lo hacen en presencia de monocapas de células en cultivo de diferentes líneas. Por una parte, nuestros resultados indican que los parásitos modifican sus patrones de movimiento cuando están en presencia de células de mamífero; y que la intensidad de dichas modificaciones depende de la línea celular en cuestión. Por otra parte, también demostramos que la eficiencia con que los parásitos invaden a las células está positivamente correlacionada con la intensidad de los cambios en los patrones de movimiento de los parásitos.

Estos resultados sugieren que los tripomastigotes de T. cruzi son capaces de sentir la presencia de las células y de modificar sus patrones de movimiento para mejorar la eficiencia de invasión. Con el objeto de mejorar nuestro entendimiento de los mecanismos que median la interacción entre células y parásitos, medimos la cinética de infección de las diferentes líneas celulares, y desarrollamos un modelo matemático para simular los resultados de dichas cinéticas. El análisis de los mecanismos de interacción que fue necesario incluir en el modelo, así como los valores de los parámetros que nos permitieron reproducir los resultados experimentales, sugieren que un proceso relacionado con la replicación celular afecta tanto la eficiencia de invasión, como el desarrollo de la infección.

***Gravitación y Física Matemática***
***Sala tres***

17:00 - 17:30 **Exotic matter matters** *Argelia Bernal Bautista* (argebernal@yahoo.com), Universidad de Guanajuato; *Expositor.*
En el marco de la Relatividad General, en varios escenarios astrofísicos y cosmológicos, los modelos teóricos necesitan incluir componentes exóticas: materia oscura y energía oscura, para hacer compatibles sus observables con observaciones. En esta charla me centraré en materia exótica que puede jugar el rol de materia oscura: Revisaré la física y las posibles huellas astrofísicas de campos escalares que forman objetos compactos autogravitantes.

***Nanociencias y Nanotecnología***
***Sala cinco***

17:00 - 17:30 **Vidrios Inteligentes** *Israel Omar Pérez López* (israel.perez@uacj.mx), Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Instituto de Ingeniería y Tecnología; *Expositor.*
Los materiales electrocrómicos son materiales que cambian sus propiedades ópticas por la inserción/extracción iónica por medio de la aplicación de campos eléctricos. Estos materiales se pueden utilizar para un mejor aprovechamiento de la luz y el calor en dispositivos como ventanas inteligentes, visores, pantallas táctiles, lentes, retrovisores, por mencionar algunos. En esta charla se abordan los avances que se han realizado en el desarrollo de dispositivos electrocrómicos. Se discute la problemática, se presentan avances experimentales y se tratan los aspectos teóricos. Particular, énfasis se hace en las investigaciones que hemos realizado en el aspecto teórico.

***Rayos Cósmicos***
***Sala siete***

17:00 - 17:30 **Resultados Recientes del Observatorio Pierre Auger de Rayos Cósmicos Ultraenergéticos** *Humberto Salazar Ibargüen* (humberto.salazar.i@gmail.com), FCFM-BUAP; *Expositor.*
El Observatorio Pierre Auger ha estado en operación desde 2004 en la Provincia de Mendoza en Argentina y ha producido un alto número de resultados que han cambiado radicalmente el campo de los rayos cósmicos ultra energéticos.
En esta plática haré un recuento de los resultados recientes más importantes y de las modificaciones de mejora que se están implementando en los los detectores del Observatorio.

***Estado Sólido***
***Sala seis***

17:30 - 17:45 **Multiferroic properties of the $La_{0.75}Bi_{0.25}Cr_{1-x}Fe_xO_3$ compound: first-principles study** *H'Linh Hmŏk* (hlinh.hmok@tdtu.edu.vn), Instituto de Física "Luis Rivera Terrazas", Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, AP J-48, Puebla, Pue., 72570, Mexico; Espiridión Martínez Aguilar(espiridion.martinez.aguilar@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Postgrado en Física Aplicada, Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas, Col. San Manuel Ciudad Universitaria, Av. San Claudio y Av. 18 sur, Puebla Pue, CP 72570, Mexico; Jordi Ribas Ariño(jordi.ribas.jr@gmail.com), Departament de Ciència de Materials i Química Física and IQTCUB, Universitat de Barcelona, Martí i Franquès 1, 08028 Barcelona, Spain; Oscar Raymond Herrera(raymond@cnyn.unam.mx), Centro de Nanociencias y Nanotecnología, Universidad Nacional Autónoma de México, AP 14, Ensenada 22860, Baja CA, Mexico; María Eugenia Mendoza Álvarez(emendoza@ifuap.buap.mx), Instituto de Física "Luis Rivera Terrazas", Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, AP J-48, Puebla, Pue., 72570, Mexico; *Expositor.*
In this theoretical work, we present results on structural, electronic, magnetic, and ferroelectric properties of $La_{0.75}Bi_{0.25}Cr_{1-x}Fe_xO_3$ (x = 0; 0.25; 0.5; 0.75; 1) compound and solid solutions whose composition arise from the combination between $LaCrO_3$ and $LaFeO_3$ which is subsequently doped with Bi. We found $LaCrO_3$ and $LaFeO_3$ compounds are stable under a G-type antiferromagnetic configuration. The $La_{0.75}Bi_{0.25}Cr_{0.5}Fe_{0.5}O_3$ (x = 0.5) solid solution is stable when Cr and Fe ions are ordered ferromagnetically, giving a total magnetization of 15.89 μB /cell. On the other hand, $La_{0.75}Bi_{0.25}Cr_{0.25}Fe_{0.75}O_3$ (x = 0.75) is presented like ferrimagnetic with a total magnetization of 2.14 μB /cell. Moreover, $La_{0.75}Bi_{0.25}Cr_{0.5}Fe_{0.5}O_3$ is characterized by a direct bandgap of 2.47 eV and an indirect bandgap of 2.18 eV, while the $La_{0.75}Bi_{0.25}Cr_{0.25}Fe_{0.75}O_3$ is characterized by a direct bandgap of 2.48 eV, and an indirect bandgap of 2.11 eV. Additionally, the ferroelectric properties of $La_{0.75}Bi_{0.25}Cr_{1-x}Fe_xO_3$ are calculated using the modern theory of polarization. The maximum spontaneous

polarization is identified in $La_{0.75}Bi_{0.25}Cr_{0.25}Fe_{0.75}O_3$ with a value of 16.11 ($C/cm^2$) in the [101] direction. Our results allow predicting that the $La_{0.75}Bi_{0.25}Cr_{0.5}Fe_{0.5}O_3$ have potential applications in spintronics as a magnetic semiconductor, while $La_{0.75}Bi_{0.25}Cr_{0.25}Fe_{0.75}O_3$ can be used for its multiferroic properties.

***Física Atómica y Molecular***
***Sala cuatro***

17:30 - 17:45 **Átomos tipo Helio en campos magnéticos desde una perspectiva de Monte Carlo con funciones de onda compactas** *Daniel Julian Nader* (djulian@uv.mx), Universidad Veracruzana; Sergio Adrián Lerma Hernandez(slerma@uv.mx), Universidad Veracruzana; Norma Bagatella Flores(nbagatella@uv.mx), Universidad Veracruzana; *Expositor.*
Se estudian átomos tipo Helio en campos magnéticos en el rango de $0 - 10$ unidades atómicas desde un enfoque de funciones de onda compactas. El método variacional de Monte Carlo se utiliza para calcular la energía promedio y evitar el problema de evaluar integrales multidimensionales. Se encontró que las funciones de onda compactas describen correctamente la energía en el dominio de validez de la mecánica cuántica con una cantidad moderada de parámetros variacionales no lineales.

***Física de Plasmas***
***Sala dos***

17:30 - 17:45 **Estudio de la evolución e interacción de especies involucradas en plasmas por ablación con láser de Au y magnetron sputtering de ZnO, por OES y sonda triple de Langmuir** *Marco Antonio Martínez Fuentes* (marco.martinez@icat.unam.mx), Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología (ICAT-UNAM); Osmary Depablos Rivera(osmary.depablos@icat.unam.mx), Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología (ICAT-UNAM); Citlali Sánchez Aké(citlali.sanchez@icat.unam.mx), Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología (ICAT-UNAM); Tupak García Fernández(tupak.garcia@gmail.com), Universidad Autónoma de Ciudad de México; Stephen Muhl(muhl@unam.mx), Instituto de Investigaciones en Materiales (IIM-UNAM); Mayo Villagrán Muniz(mayo.villagran@icat.unam.mx), Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología (ICAT-UNAM); *Expositor.*
Las técnicas híbridas (plasma por ablación láser y magnetron sputtering) se han utilizado desde la década de 1990's para el depósito de películas delgadas. Sin embargo, pocos documentos informan la dinámica de los plasmas generados por el proceso híbrido. Una caracterización de la dinámica del plasma y los parámetros del plasma durante la deposición de película delgada ayuda a comprender los mecanismos de crecimiento y mejora el control y la reproducibilidad del proceso. Nuestro objetivo es caracterizar, mediante espectroscopia de emisión óptica (OES) y sonda triple de Langmuir (TLP), la dinámica de ambos plasmas. Las mediciones realizadas por OES nos permitieron registrar perfiles temporales de la emisión de átomos neutros e iones. Mientras que por TLP nos permite estudiar el plasma a mayores distancias que OES, y medir distribuciones de plasma que no emiten, y que por este motivo OES no es capaz de detectar. Se presentaran resultados de la evolución e interacción de las especies del plasma en atmósferas de alto vacío, con un gas de fondo (Argón) y la combinación de plasma hibrido. Se observa la evidencia de un re-sputtering y/o rebote de la pluma de plasma por ablación láser en presencia de una barrera física, en vacío y un gas de fondo pero se mitiga en el plasma hibrido, este resultado explica resultados previos en depósitos de películas delgadas.
Este trabajo fue apoyado por los proyectos DGAPA-UNAM-IG100418-PAPIIT, CONACyT-INFR 280635 y FONCICYT-CONACyT-CNR-278094. M. Martínez-Fuentes y O. Depablos-Rivera agradecen a DGAPA-CIC-UNAM.

***Física Estadística y Termodinámica***
***Sala uno***

17:30 - 17:45 **Flujos y fuerzas termodinámicas en mezclas de gases diluidos autogravitantes** *Alfredo Sandoval Villalbazo* (alfredo.sandoval@ibero.mx), Departamento de Física y Matemáticas, Universidad Iberoamericana; Alma Rocío Sagaceta Mejía(alma.sagaceta.mejia@gmail.com), Departamento de Física y Matemáticas, Universidad Iberoamericana; José Humberto Mondragón Suárez(joseh.mosu@gmail.com), Departamento de Física y Matemáticas, Universidad Iberoamericana; *Expositor.*
En el estudio del proceso de formación de estructuras astrofísicas por colapso gravitacional es fundamental el análisis de la evolución de las fluctuaciones de densidad por especie. Para ello es necesario obtener, a partir primeros principios, el valor de los coeficientes de transporte presentes en los diversos escenarios astrofísicos. En este trabajo se aplica la teoría cinética al caso de una mezcla autogravitante de dos gases diluidos en el régimen de Navier-Stokes-Fourier, a fin de establecer las ecuaciones de transporte para las variables termodinámicas locales y los coeficientes de transporte pertinentes. El cálculo permite valorar la posible relevancia de los procesos disipativos en el establecimiento de parámetros críticos tales como el número de onda de Jeans.

***Gravitación y Física Matemática***
***Sala tres***

17:30 - 17:45 **Cosmic acceleration from topological considerations II: Fiber bundles** *Maribel Hernández Márquez* (marihm111@gmail.com), FACULTAD DE*

*CIENCIAS FÍSICO MATEMÁTICAS-BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA; Tonatiuh Matos Chassin(tona.1971@gmail.com), CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y ESTUDIOS AVANZADOS DEL INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL; Petra Wiederhold(pwiederhold@gmail.com), CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y ESTUDIOS AVANZADOS DEL INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL; *Expositor.*
We study an alternative topological model for explaining the observed acceleration of the universe. We propose that the whole universe is composed of a four-dimensional base space, which represents space-time, endowed with a fiber, forming a principal fiber bundle. We analyze this hypothesis for a homogeneous and isotropic four-dimensional space-time and show that the effect of the fiber onto the base space is that the universe accelerates depending on the group of the fiber. Since the presence of the fiber there are extra terms that arise in the field equations, with these terms we can define a state equation for dark energy and we find that the evolution of the parameter state's equation $\omega_e$ with respect to redshift $z$ is very similar to recent observations. We conclude that there is the possibility of the accelerating behavior of the universe being due to its whole topology instead of an exotic kind of matter.

***Nanociencias y Nanotecnología***
***Sala cinco***

17:30 - 17:45 **Termofísica en Sistemas Coloidales: Transporte de Calor entre Nanopartículas y Medios Acuosos** *Oscar Javier Gutiérrez Varela* (oscgtzvar@gmail.com), Instituto de Física - Universidad Nacional Autónoma de México; Samy Merabia(samy.merabia@univ-lyon1.fr), Université Claude Bernard Lyon 1; *Expositor.*
En este trabajo se estudia la transferencia de calor, por medio de dinámica molecular, entre nanopartículas metálicas esféricas de diferentes tamaños y agua. Las simulaciones recrean experimentos donde nanopartículas metálicas inmersas en agua son radiadas con láseres. Dos esquemas son utilizados: i) un flujo de calor estable y ii) un flujo de calor no estable.
En el flujo de calor estable, se centra el estudio en el rol que desempeña el tamaño de la nanopartícula y la intensidad del láser (que se refleja en la temperatura de la nanopartícula). Se presentan perfíles de temperatura, densidad y presión normal, de cascarones esféricos concéntricos a las nanopartículas. Los resultados muestran que la ecuación de flujo de calor, en general, está en cuantitativamente concordancia con el perfil de temperatura del líquido que rodea a la nanopartícula para las temperaturas y dimensiones estudiadas, mostrando ligeras desviaciones junto a la interfaz. También se demuestra que la conductividad térmica interfacial no depende ni de la temperatura ni de las dimensiones de las nanopartículas, coincidiendo esto último con resultados experimentales previos. Sin embargo, los valores de la temperatura, densidad y presión del líquido adyacente a la superficie de la nanopartícula, depende del tamaño de esta misma cuando estan a una temperatura similar.
Para el flujo no estable de calor se utilizan dos esquemas. El primero consiste en poner a prueba un modelo de medio continuo para explicar cómo se transmite el calor desde la nanopartícula hacia el líquido, cuando las nanopartículas se están enfriando. Se comparan los resultados obtenidos en las simulaciones con lo que predice el modelo de medio continuo, obersvando concordancia para temperaturas iniciales de las nanopartículas al menos menores a los 600 K, y discordancia para temperaturas iniciales al menos mayores a los 690 K. El segundo esquema consiste en calentar las nanopartículas de forma continua y observar como evoluciona el valor de la temperatura, densidad y presión en el líquido circundante a la nanopartícula, hasta que se alcanze el fenómeno de nanocavitación. Los primeros resultados muestran que la conductividad térmica interfacial cae en su valor hasta justo antes de que la nanoburbuja comienza a crearse. Esto último tiene repercursiones en cómo se transporta el calor con el agua que rodea a la nanopartícula, incluso reduciéndose el transporte al punto que el líquido circundante a la nanopartícula comienza a bajar su valor en temperatura, a pesar de que la nanopartícula está a una alta temperatura (>1000 K). De igual manera, se muestra que la formación de la nanoburbuja para el caso de nanopartículas hidrofílicas no comienza justo en su superficie, sino en una distancia de alrededor de los 7 angstrom y no se forma de una forma "regular". Las investigaciones de esto aún están en proceso y promete dar resultados aún más interesantes.

***Rayos Cósmicos***
***Sala siete***

17:30 - 17:45 **Potencial de estudio de los Rayos Cósmicos en el proyecto MATHUSLA en el LHC** *Karen Salomé Caballero Mora* (karen.scm@gmail.com), Universidad Autónoma de Chiapas; Juan Carlos Arteaga Velázquez(juan.arteaga@umich.mx), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Arturo Fernández Tellez(Arturo.Fernandez.Tellez@cern.ch), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Mario Rodríguez Cahuantzi(mario.rodriguez.cahuantzi@cern.ch), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Martin Alfonso Subieta Vasquez(martin.alfonso.subieta.vasquez@cern.ch), Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia; Oscar Gustavo Morales Olivares(oscargmo@gmail.com), Universidad Autónoma de Chiapas; Guillermo Tejeda Muñoz(Guillermo.Tejeda.Munoz@cern.ch), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Mario Iván Martínez Hernández(Mario.Martinez.Hernandez@cern.ch), Benemérita Universi-dad Autónoma de Puebla; *Expositor.*

El detector MATHUSLA (MAssive Timing Hodoscope for Ultra-Stable neutral pArticles), se propone para tratar de detectar partículas neutras de larga vida que se generarían en el punto de interacción de ATLAS o CMS en el LHC. El estudio de dichas partículas podría ayudar a resolver problemas abiertos de la Física tales como el Problema de la Jerarquía, Materia Oscura, la masa del neutrino y la asimetría bariónica del universo. Actualmente la propuesta considera monitorear un volumen de 2 x 105 m3 de aire con ayuda de 7 capas horizontales paralelas de material centellador de 1 x 104 m2 de área arriba del volumen, y 2 abajo. Se instalaría al nivel de la superficie terrestre cerca de la posición de ATLAS o CMS. Debido a sus características, se podría utilizar para realizar estudios sobre Rayos Cósmicos, tales como la forma del espectro total y de los diferentes grupos de masa, y pruebas de modelos de interacción hadrónica. Se explora el potencial del detector para el estudio de Rayos Cósmicos, agregando también una capa extra de RPC's a las capas de arriba.

***Estado Sólido***
***Sala seis***

17:45 - 18:00 **Espectro de Floquet y transiciones electrónicas en materiales anisotrópicos de Dirac sometidos a radiaciones electromagnéticas.** *Juan Carlos Sandoval Santana(jcarlosss@fisica.unam.mx), Instituto de Física de la UNAM; Víctor Guadalupe Ibarra Sierra(vickkun@fisica.unam.mx), Instituto de Física de la UNAM; Gerardo García Naumis(naumis@fisica.unam.mx), Instituto de Física de la UNAM; Alejandro Kunold Bello* (akb@azc.uam.mx), Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco; *Expositor.*
En este trabajo analizamos el espectro de cuasienergías, la probabilidad de transición entre las bandas de valencia y conducción y las corrientes eléctricas fotoinducidas en una material de Dirac anisotrópico. Calculamos el espectro de cuasienergías a partir de la matriz de monodromía y el teorema de Floquet para radiaciones electromagnéticas de intensidad arbitraria. Este método muestra ser más eficiente que el de la diagonalización usando réplicas. En el régimen de campo electromagnético fuerte el espectro en el espacio $\boldsymbol{k}$ da lugar a dos regiones muy bien definidas. En la primera, loacalizada en la proximidad del punto de Dirac, el espectro se deforma notablemente. En la segunda, alejada del punto de Dirac, se recupera la estructura del espectro de los portadores libres. Las deformaciones observadas consisten en la aparición de nuevos puntos de Dirac, en el caso de radiación linealmente polarizada, y la desaparición del punto de Dirac, en el caso de luz circularmente polarizada. En estas regiones, los parámetros electrónicos del material se renormalizan considerablemente. Dedujimos una fórmula similar a la de Rabi que permite estimar las probabilidades y tiempos de transición entre las bandas de valencia y conducción. Esta revela que existen procesos multifotónicos que dominan en presencia de campos muy intensos. Estos procesos fueron confirmados a través de la presencia de armónicos muy altos en la corriente fotogenerada. En algunas ocasiones, estos armónicos superan en magnitud al fundamental. Este fenómeno podría ser aplicado en la generación de altos armónicos.

***Física Atómica y Molecular***
***Sala cuatro***

17:45 - 18:00 **Líquidos iónicos basados en imidazolio como inhibidores de la corrosión en acero. Un estudio teórico** *Bryan Ashley Acosta García* (ashleyacosta872@gmail.com), Facultad de Química, UNAM; Alan Joel Miralrio Pineda(miralrio@tec.mx), Tecnológico de Monterrey; Francisco Miguel De Jesús Castro Martínez(miguel.castro.m@gmail.com), Facultad de Química, UNAM; *Expositor.*
La corrosión es un proceso natural producido por las interacciones de tipo electroquímicas de los materiales con el ambiente que conduce a su deterioro y debilitamiento [1]. El alto costo económico asociado a los daños causados por la corrosión se contrapone a los riesgos ambientales que son generados por el uso de determinados inhibidores de corrosión. La búsqueda de nuevas sustancias que no afecten al ambiente es un tópico de especial interés [2]. En este contexto, se evalúan las propiedades que como inhibidores de la corrosión en acero presentan diferentes líquidos iónicos (imidazolato de 1-butil-3-etil imidazolio, imidazolato de 1-butil-3-propil imidazolio e imidazolato de 1-butil 3-hexil imidazolio). Para elucidar los detalles estructurales, electrónicos y energéticos del mecanismo de adsorción se utilizó la aproximación de cúmulos, en la cual se empleó un cúmulo de Fe6, utilizando mecánica molecular mediante el campo de fuerza UFF [3] y la teoría de los funcionales de la densidad electrónica, DFT [4, 5] utilizando el funcional BPW91 [6, 7] perteneciente a la aproximación GGA y la base orbital 6-31++G(2d,2p) [8]. En los cálculos se incluyó la corrección por dispersión empírica 'D2' [9, 10] y un modelo de solvatación implícito de polarización continua (PCM [11]. Los cálculos en este trabajo presente se fueron realizados en Gaussian 09 rev. D. 01 [12]. Los análisis se hicieron en términos de las energías de adsorción, energías de ionización, afinidades electrónicas, orbitales moleculares de frontera, distribuciones de carga, topología de la densidad electrónica y mapas de potencial electrostático. Los resultados teóricos obtenidos se comparan con datos experimentales determinados mediante mediciones con métodos electroquímicos.
1. Uhlig, H.H., Revie, R.W.: Corrosion and corrosion control. An introduction to corrosion science and engineering. Third Edition. (1985) 2. Ladan, M., Basirun, W.J., Kazi, S.N., Rahman, F.A.: Corrosion protection of AISI 1018 steel using Co-doped TiO2/polypyrrole nanocomposites in 3.5% NaCl solution. Mater. Chem. Phys. 192, 361–373 (2017). 3. Rappé, A.K., Casewit, C.J., Colwell, K.S., Goddard, W.A., Skiff, W.M.: UFF,

a Full Periodic Table Force Field for Molecular Mechanics and Molecular Dynamics Simulations. J. Am. Chem. Soc. 114, 10024–10035 (1992). 4. Hohenberg, P., Kohn, W.: Inhomogeneous electron gas. Phys. Rev. 136, B864 (1964). 5. Kohn, W., Sham, L.J.: Self-consistent equations including exchange and correlation effects. Phys. Rev. 140, A1133 (1965). 6. Castro, M., Mareca, P.: Theoretical study of neutral and charged Fe7-(C 6H6)m, m = 1, 2 rice-ball clusters. J. Phys. Chem. A. 118, 5548–5558 (2014). 7. Castro, M.: The role of the Jahn–Teller distortions on the structural, binding, and magnetic properties of small Fen clusters, n 7. Int. J. Quantum Chem. 64, 223–230 (1997).

***Física de Plasmas***
***Sala dos***

17:45 - 18:00 **Simulaciones numéricas de viento solar y eyecciones de masa coronal: una nueva herramienta del Laboratorio Nacional de Clima Espacial (LANCE)** *José Juan González Avilés* (jjgonzalez@igeofisica.unam.mx), CONACyT- Laboratorio Nacional de Clima Espacial, Universidad Nacional Autónoma de México.; Pete Riley(pete@predsci.com), Predictive Science Inc.; Pedro Corona Romero(p.coronaromero@igeofisica.unam.mx), Laboratorio Nacional de Clima Espacial, Instituto de Geofísica, UNAM.; Juan Américo González Esparza(americo@igeofisica.unam.mx), Laboratorio Nacional de Clima Espacial, Instituto de Geofísica, UNAM.; *Expositor.*
La forma en que interactúan el Sol y la Tierra es mediante el viento solar y las eyecciones de masa coronal (EMC). Las EMC por lo general surgen de las fulguraciones solares y se entienden como una liberación de plasma de la corona solar. Cuando las EMC interactúan con el campo magnético terrestre pueden generar tormentas geomagnéticas, las cuales a su vez pueden dañar a los circuitos eléctricos, los transformadores y los sistemas de comunicación. Por estos motivos, el Laboratorio Nacional de Clima Espacial (LANCE), tiene entre sus objetivos el desarrollo de herramientas numéricas propias que inicialmente ayuden a explicar la compleja interacción entre el viento solar y las EMC. En este trabajo presentamos algunos modelos simples y complejos de simulaciones numéricas del viento solar y EMC en 1D, 2D y 3D usando coordenadas esféricas. Para llevar a cabo las simulaciones, usamos el código PLUTO, el cual resuelve las ecuaciones de la magnetohidrodinámica ideal, considerando que tanto el viento solar y las EMC son plasmas completamente ionizados. El objetivo final de este trabajo, es que a mediano y largo plazo el LANCE cuente con una herramienta capaz de predecir las afectaciones que producen las corrientes de viento solar y las EMC sobre nuestro territorio nacional y en general sobre la Tierra.

***Física Estadística y Termodinámica***
***Sala uno***

17:45 - 18:00 **Una descripción de movimiento activo helicoidal a través de matrices aleatorias** *Sebastián Alvarado Pérez* (sebastiao239@ciencias.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Francisco Javier Sevilla Pérez(fjsevilla@fisica.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*
Se presenta un estudio del movimiento activo helicoidal a través de las ecuaciones estocásticas de Frenet-Serret, en las que la curvatura y la torsión son modelados como dos procesos estocásticos independientes de Ornstein-Uhlenbeck. Estas ecuaciones son discretizadas usando matrices aleatorias del grupo SO(3) para las que se realiza un análisis estadístico de sus eigenvalores y eigenvectores. Se agradece a DGAPA-PAPIIT-UNAM IN110120.

***Gravitación y Física Matemática***
***Sala tres***

17:45 - 18:00 **Geometría de la teoría de cuerdas y dualidades-T** *Nana Geraldine Cabo Bizet* (nana@fisica.ugto.mx), Universidad de Guanajuato; Yulier Jiménez Santana(yjsanta@fisica.ugto.mx), Universidad de Guanajuato; Oscar Loaiza Brito(oloaiza@fisica.ugto.mx), Universidad de Guanajuato; Roberto Alejandro Santos Silva(rasantos@hotmail.com), Universidad de Guadalajara; *Expositor.*
La teoría de cuerdas (TC) es una candidata a la gravedad cuántica, en la cual las tres interacciones de norma de la naturaleza se incorporan naturalmente. La teoría posee dimensiones extras, que con la intención de obtener teorías en el espacio-tiempo relevantes para la física de partículas y la cosmología deben considerarse compactas en ciertas geometrías. Estas son las denominadas variedades Calabi-Yau (CY). Existe una correspondencia entre dos distintas variedades CY que se consideran espejo, de tal forma que ambas pueden dar lugar a física equivalente. Las dualidades-T Abelianas en la simplificación de la TC que son los modelos sigma lineales normados (GLSM), equivalen a la simetría espejo. Hemos desarrollado dualidades T-no Abelianas en los GLSM, de las cuales exploramos la interpretación geométrica, y la correspondencia física. Se presentan avances en esta línea, explorando la geometría de variedades duales, con distintos grupos de simetría global que dan lugar a la dualidad-T por ej.: SU(2)xSU(2). Estos avances pueden contribuir a reducir el paisaje de las teorías efectivas provenientes de la teoría de cuerdas.

***Nanociencias y Nanotecnología***
***Sala cinco***

17:45 - 18:00 **Control de la anisotropía magnética de arreglos de nanoalambres de Ni mediante la acidez de la solución electrolítica** *Jonathan Almazán-Celis(jony_jac_5@hotmail.com), Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma del Estado de México,*

*Toluca, Mexico; Luis Enrique Díaz-Sánchez(lediazs@uaemex.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, Mexico; Oscar F. Olea Mejía(oleaoscar@yahoo.com.mx), Facultad de Química, Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, Mexico; Luc Piraux(luc.piraux@uclouvain.be), Institute of Condensed Matter and Nanosciences, Université catholique de Louvain. Place Croix du Sud 1, B-1348, Louvain-la-Neuve, Belgium; Joaquín De La Torre Medina* (delatorre@materiales.unam.mx), Unidad Morelia del Instituto de Investigación en Materiales - Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

El control de la microestructura de arreglos de nanoalambres de Ni (NW) de 50 nm de diámetro sintetizados por electrodeposición en membranas porosas de alúmina se ha logrado por medio de la variación de la acidez del electrolito. Bajo las condiciones electroquímicas adecuadas se obtienen cambios microestructurales específicos que permiten inducir un incremento en el campo efectivo de anisotropía. Específicamente, variaciones finas de la anisotropía magnética efectiva se han logrado al modificar progresivamente la microestructura de los nanoalambres de policristalina a monocristalina a medida que se reduce la acidez del electrolito. El análisis microestructural realizado por microscopía electrónica de transmisión de alta resolución ha revelado una correlación entre el tamaño del cristalito y las propiedades magnéticas de los nanoalambres. Los experimentos por resonancia ferromagnética y magnetometría han permitido demostrar que no se producen contribuciones magnéticas adicionales en nanoalambres de Ni sintetizados usando electrolitos altamente ácidos con pH=1.6, mientras que una contribución significativa de anisotropía aparece progresivamente a medida que se reduce la acidez del electrolito hasta pH=5.0. Como resultado, se ha obtenido un incremento en la energía de anisotropía en el rango de $1.69 \times 10^5$ erg.cm$^{-3}$ hasta $12.0 \times 10^5$ erg.cm$^{-3}$ variando el pH del electrolito. La anisotropía efectiva más grande obtenida es comparable a valores de anisotropía magnetocristalina de otros materiales como las hexaferritas basadas en Co y Ba. Estas propiedades hacen de los arreglos de nanoalambres, hechos de elementos de bajo costo y abundantes como el Ni, materiales nanocompuestos muy interesantes para el desarrollo de dispositivos de microondas y espintrónicos ágiles en frecuencias de operación y en sus respuestas magneto-resistivas.

***Rayos Cósmicos***
***Sala siete***

17:45 - 18:00 **Mediciones con HAWC de la distribución lateral de chubascos atmosféricos de partículas generados por rayos cósmicos de TeV de energía** *Jorge Antonio Morales-Soto* (jorge.morales@umich.mx), Instituto de Física y Matemáticas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Juan Carlos Arteaga Velázquez(juan.arteaga@umich.mx), Instituto de Física y Matemáticas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Juan De Dios Alvarez Romero(science@juandedios.info), Instituto de Física y Matemáticas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.*

El estudio detallado de las características de las cascadas atmosféricas es una de las herramientas más útiles para obtener información sobre los rayos cósmicos. La distribución lateral de las partículas secundarias de un chubasco a nivel del suelo (LDF, por sus siglas en inglés) contiene información sobre la naturaleza del rayo cósmico primario, así como de su energía. Los estudios de la distribución lateral son difíciles de llevar a cabo debido a efectos experimentales, tales como la estadística o fluctuaciones en el desarrollo del chubasco. El observatorio a gran altitud de rayos gamma HAWC es un arreglo denso de detectores de partículas ubicado entre el volcán Ciltlaltépetl (Pico de Orizaba) y el volcán Sierra Negra, en el estado de Puebla, México, a una altitud de 4100 m s.n.m. y está dedicado al estudio de rayos cósmicos y rayos gamma de TeV de energía. HAWC está equipado con 1,200 fotomultiplicadores (PMTs, por sus siglas en inglés) los cuales se encuentran distribuidos dentro de 300 detectores de agua Cherenkov, con un total de 60 ML de agua ultra pura, lo cual lo hace un detector ideal para llevar a cabo mediciones detalladas, evento por evento, de la distribución lateral de chubascos de partículas de altas energías. En este trabajo se presenta un estudio sobre la distribución lateral de chubascos atmosféricos de partículas inducidos por rayos cósmicos y medidos por HAWC en el año 2016 con energías entre 3 TeV y 1 PeV para eventos verticales. Los datos son comparados con las predicciones del modelo hadrónico QGSJET-II-04.

***Física Estadística y Termodinámica***
***Sala uno***

18:00 - 18:15 **TENSOR DE ESTRÉS INDUCIDO POR CRISTALES LIÍQUIDOS EN MEMBRANAS FLUIDAS** *Tania Montserrat García Aguilar(tgarcia150189@gmail.com), Universidad Autónoma Metropolitana Cuajimalpa; Jose Antonio Santiago* (jasantiagog@gmai.com), Universidad Autónoma Metropolitana Cuajimalpa; *Expositor.*

CUANDO UN CRISTAL LÍQUIDO ES CONSTREÑIDO A UNA MEMBRANA FLUIDA, SE INDUCE UN ESTRÉS ADICIONAL AL GENERADO POR LA ENERGÍA ELÁSTICA DE LA MEMBRANA. ESTO TIENE COMO CONSECUENCIA QUE LA MEMBRANA ADAPTA SU FORMA PARA PERMITIR ALGUNA CIERTA TEXTURA DEL CRISTAL LÍQUIDO, QUE EN GENERAL PRESENTARÁ DEFECTOS EN SU CONFIGURACIÓN. EN ESTE TRABAJO, PRESENTAMOS UN MÉTODO

GEOMÉTRICO PARA OBTENER EL TENSOR DE ESTRÉS EN SU FORMA COVARIANTE. DISCUTIREMOS ALGUNOS EJEMPLOS DE TEXTURAS DE UN CRISTAL LÍQUIDO SOBRE LA ESFERA Y SOBRE UNA MEMBRANA CILÍNDRICA.

***Física Estadística y Termodinámica***
***Sala uno***

18:15 - 18:30 **Entropía variacional y el teorema H cuántico para procesos de relajación** *Carlos Medel Portugal* (carlos_medel_p@hotmail.com), Instituto de Física Luis Rivera Terrazas; José Luis Carrillo Estrada(carrillo@ifuap.buap.mx), Instituto de Física Luis Rivera Terrazas; Juan Manuel Solano Altamirano(jmsolanoalt@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*
Analizando un gas cuántico que globalmente está en las condiciones del ensamble microcanónico, pero que localmente está dividido en celdas, proponemos una funcional H que, bajo el método variacional, recobramos las funciones de distribución cuánticas del equilibrio para Bosones y Fermiones. De esta forma encontramos una expresión para la densidad de entropía cuántica que servirá para describir estos sistemas en equilibrio. Por otro lado, demostramos que el teorema H se cumple utilizando el hecho de que el sistema experimenta un proceso de relajación, la aproximación de primer orden y las restricciones entre las celdas vecinas, sin recurrir a una ecuación de evolución explícita para la función de distribución.

***Física Estadística y Termodinámica***
***Sala uno***

18:30 - 18:45 **Movimiento activo confinado y sujeto a fluctuaciones térmicas** *Hugo Uriel Granados Torres* (hugo_uri_granados90@ciencias.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Francisco Javier Sevilla Pérez(fjsevilla@fisica.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*
Se presenta un análisis estadístico del movimiento unidimensional de partículas activas (run-and-tumble), sin interacción entre ellas y confinadas por un potencial armónico. Se consideran además los efectos no triviales de las fluctuaciones térmicas. Se muestran las soluciones analíticas obtenidas en el régimen estacionario para la densidad de probabilidad de la posición de la partícula, y se discute una posible interpretación termodinámica de dichas soluciones en términos de la longitud de persistencia que caracteriza a este movimiento activo.
Se agradece a DGAPA-PAPIIT-UNAM IN110120.

***Física Estadística y Termodinámica***
***Sala uno***

18:45 - 19:00 **Efectos de la expansión térmica en el rendimiento de un Material de Cambio de Fase debido a las oscilaciones diarias de la temperatura alrededor del punto de fusión** *Rubén Darío Santiago Acosta* (ruben.dario@tec.mx), Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey; José Antonio Otero Hernández(j.a.otero@tec.mx), Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey; Ernesto Manuel Hernández Cooper(emcooper@tec.mx), Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey; *Expositor.*
El aislamiento térmico a través de materiales de cambio de fase, consiste en aprovechar la formación de una interfaz líquido-sólido para regular la temperatura del interior a través de la naturaleza isotérmica de las transiciones de fase de primer orden. La periodicidad de la temperatura ambiente durante el día y la noche puede provocar la formación o aniquilación de uno o más frentes en un material de cambio de fase. La temperatura puede oscilar alrededor de la temperatura de fusión del material de cambio de fase y provocar la formación de varios frentes o la aniquilación de los mismos. Este fenómeno depende del clima de la región, así como de las propiedades termo-físicas del material. Recientemente se ha propuesto un balance local de masa y energía en la interfaz donde se incorporan los efectos por expansión térmica en la dinámica de la interfaz líquido-sólido. En este trabajo, se propone un modelo para la formación de varios frentes, donde se analizan los efectos que tiene la expansión térmica en el rendimiento térmico del material de cambio de fase, debido a las oscilaciones diarias de la temperatura ambiente. Los resultados numéricos sobre la evolución en el tiempo de la resistencia y flujo térmico, se comparan con los obtenidos por Mazzeo, et. al, donde los autores desprecian los efectos que tiene la diferencia de densidades entre el líquido y el sólido, así como la expansión térmica de ambas fases, en el rendimiento térmico del material.

***Astrofísica***
***Sala uno***

8:30 - 9:00 **Estrellas de neutrones en sistemas binarios** *Aída Kirichenko* (aida@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México. Unidad Ensenada; *Expositor.*
Haré una reseña de las estrellas de neutrones en sistemas binarios y platicaré sobre observaciones recientes de algunos sistemas obtenidas con el telescopio de 2.1m del OAN-SPM y el GTC. Las observaciones nos permitieron revelar para cada sistema, la naturaleza de la estrella compañera y estimar sus parámetros fundamentales. Presentaré los resultados, junto con las implicaciones para estudios futuros de las estrellas de neutrones, y otros sistemas binarios con una estrella de neutrones.

***COVID-19***
***Sala seis***

8:30 - 9:00 **Modelos epidemiológicos SI dependientes del tiempo y su aplicación a la epidemia Covid-19** *Alma Xóchitl González Morales(alma.gonzalez@fisica.ugto.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Luis Arturo Ureña López* (lurena@ugto.mx), Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional; *Expositor.*
Presentamos una generalización del modelo Susceptible-Infectado (SI) para incluir una tasa de contagio dependiente del tiempo. Estos modelos tienen una solución analítica en términos de una función logística, y presentan mayor flexibilidad para describir la evolución de datos acumulados reales de infectados y muertes. Inspirados en la evolución de datos reales de la epidemia Covid-19 en varios países, utilizamos una tasa de contagio con una evolución temporal tipo exponencial y ajustamos el modelo a los datos disponibles utilizando inferencia Bayesiana. Esto nos permite hacer estimaciones sobre los número finales para varios países y hacer una valoración de la epidemia en función de los parámetros libres del modelo.

***Estado Sólido***
***Sala dos***

8:30 - 9:00 **New Developments on Chromium Trihalides 2D Ferromagnets** *David Soriano* (dsoriano.hernandez@gmail.com), Theory of Condensed Matter Group, Radboud University, Nijmegen; *Expositor.*
The discovery of 2D ferromagnets in 2017 has opened new ways to explore novel physical phenomena at the nanoscale. In the first part of my talk, I will briefly discuss the recent advances in chromium trihalides, from fundamentals to applications.[1] In the second part, I will focus on our recent work regarding the role of Coulomb interactions in the intralayer exchange, the electrical tunability of interlayer magnetism in bilayer CrI3,[2] and the exchange proximity effects in van der Waals heterostructures containing chromium trihalides.[3,4]
[1] Magnetic Two-Dimensional Chromium Trihalides: A Theoretical Perspective. D. Soriano, M. I. Katsnelson, and J. Fernández-Rossier. Submitted to Nano Letters.
[2] Magnetic polaron and antiferromagnetic-ferromagnetic transition in doped bilayer CrI3. D. Soriano, and M. I. Katsnelson. Phys. Rev. B 101, 041402(R) (2020)
[3] Van der Waals Spin Valves. C. Cardoso, N. A. García-Martínez, and J. Fernández-Rossier. Phys. Rev. Lett. 121, 067701 (2018)
[4] Exchange-bias controlled correlations in magnetically encapsulated twisted van der Waals dichalcogenides. D. Soriano, and J. L. Lado. arXiv:2006.09953

***Física Estadística y Termodinámica***
***Sala cinco***

8:30 - 9:00 **Metodologías de transporte cuántico con escalamiento lineal** *José Eduardo Barrios Vargas* (j.e.barrios@gmail.com), Facultad de Química UNAM; *Expositor.*
J.E. Barrios-Vargas Departamento de Física y Química Teórica, Facultad de Química, UNAM, 04510 México City, México
Actualmente, las predicciones teóricas-numéricas representan una piedra angular en el estudio de propiedades electrónicas de transporte en materiales complejos, tales como materiales de Dirac y materiales topológicos. Con el fin de que una simulación realista permita guiar la investigación experimental y pueda apoyar las mediciones experimentales, es necesario que las simulaciones de transporte cuántico, al menos, presente un escalamiento lineal con el tamaño del sistema (también llamado de orden N). En esta plática se presentarán métodos computacionales de orden N utilizados exploración de fenómenos de transporte cuántico en medios desordenados [1]. En especial se realizará énfasis en el formalismo de la conductividad eléctrica de Kubo- Greenwood. Dicho formalismo permite describir regímenes de transporte cuasibalísticos, difusivos y localizado. En especial, se presentará su uso en grafeno policristalino [1], y heteroestructuras coplanares de grafeno y nitruro de boro hexagonal [3]. Finalmente, los métodos de orden N presentados pueden

generalizarse para calcular valores medios de operadores y correlacionadores.

[1] Zheyong Fan, et al. Linear Scaling Quantum Transport Methodologies. https:// arxiv.org/abs/1811.07387
[2] Cummings, et al. Charge Transport in Polycrystalline Graphene: Challenges and Opportunities. Adv. Mater., 26: 5079-5094 (2014). DOI: 10.1002/adma.201401389
[3] J.E. Barrios-Vargas, et al. Electrical and Thermal Transport in Coplanar Polycrystalline Graphene-hBN Heterostructures. Nano Lett., 17 (3), 1660-1664 (2017). DOI: 10.1021/acs.nanolett.6b04936

***Física Médica***
***Sala tres***

8:30 - 9:00 **Fotoacústica y 3D Doppler a color como herramientas para el monitoreo postoperatorio por VLNT no-invasivo de ganglios linfáticos en ratas** *Filip Jonas(kdpa27@gmail.com), Charles University in Prague; Ondrej Mestak(kdpa27@gmail.com), Charles University in Prague; Karla Denaly Palma Alejandro* (kdpa27@gmail.com), Kubtec Medical Imaging; Petr Kesa(kdpa27@gmail.com), Charles University in Prague; Ludek Sefc(kdpa27@gmail.com), Charles University in Prague; *Expositor.*

Uno de los procedimientos microquirúrgicos más populares en el tratamiento de linfedema es la transferencia de ganglios linfáticos vascularizados (VLNT). Dicho procedimiento quirúrgico hace que el monitoreo postoperatorio por simple observación clínica sea imposible. Por lo general, se utilizan métodos de imágenes invasivas y de alto costo, tales como la resonancia magnética, linfografía-ICG, CT, etc. Por eso proponemos utilizar ultrasonido Doppler a color 3D y así como fotoacústica (PA) usando las propiedades de fluorescencia del verde de indocianina (ICG) como método no-invasivo. Los ganglios linfáticos inguinales y axilares de 15 ratas jóvenes (Lewis) sanas con peso de 200-320 g (edad 120-160 días) fueron elevados sobre el pedículo. Se crearon tres modelos vasculares postoperatorios ligando quirúrgicamente la arteria (isquemia), la vena (congestión venosa) y dejando el pedículo intacto (saludable). Las ratas fueron divididas en tres grupos de acuerdo con el modelo: isquemia (grupo A), congestión venosa (grupo B) y un grupo control, saludable, como transferencia exitosa (grupo C). Se usó un transductor motorizado de ultrasonido de 38 MHz para Doppler de color como herramienta de monitoreo vascular 3D. Se obtuvieron imágenes Doppler a color 3D de cada modelo respecto del tiempo: inmediato postoperatorio, a las 24 horas y 1 semana después. Se usó ICG para localizar los ganglios con imágenes fotoacústicas. El ICG se inyecto en la extremidad inferior distal derecha evitando inyectar directamente en el ganglio. Se evaluó la mejora de la señal fotoacústica de los ganglios antes y después de inyectar 0.6 mmol/L ICG. Como referencia se realizó una inspección espectral para verificar la presencia de ICG en los ganglios. Se observó suficiente flujo sanguíneo a través del pedículo en todas las mediciones del grupo C. En el grupo B, no se notó ningún flujo a través del pedículo. Mientras en el grupo A, observamos un flujo sanguíneo comprometido a través del pedículo inmediatamente después de la operación, en las mediciones posteriores notamos un flujo venoso lento que se hizo más evidente en las mediciones postoperatorias de 1 semana. La señal PA de ICG se encontró aproximadamente en 805 nm. Se pudo rastrear la presencia de ICG con el incremento en la señal PA como función del tiempo. Podemos concluir que la conjunción de tecnología 3D en ultrasonido y fotoacústica es una herramienta poderosa para el monitoreo postoperatorio de ganglios linfáticos, siendo esta usada por primera vez para estos fines y pudiendo explotar no solamente el análisis anatómico sino fisiológico gracias a las propiedades del ICG y así no solo visualizar el aspecto vascular de los ganglios sino también su funcionamiento. AGRADECIMIENTOS El estudio fue financiado por el Ministerio de Educación, Juventud y Deportes de la República Checa (AZV 17-29084A Proyecto RI LM2015062 Czech-Bioimaging), y el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (Proyecto No CZ.02.1.01/0.0/0.0/16_013/0001775).

***Óptica***
***Sala cuatro***

8:30 - 9:00 **Use of laser micromachining to control the mechanical and optical properties of photosensitive materials for biomedical applications** *Aarón Cruz-Ramírez(aaron-cruz-27@ciencias.unam.mx), Laboratorio Nacional de Soluciones Biomiméticas para Diagnóstico y Terapia, Universidad Nacional Autónoma de México; Mathieu Hautefeuille* (mathieu_h@ciencias.unam.mx), Laboratorio Nacional de Soluciones Biomiméticas para Diagnóstico y Terapia, Universidad Nacional Autónoma de México; Diego Zamarrón Hernández(diego.zamarron@ciencias.unam.mx), Laboratorio Nacional de Soluciones Biomiméticas para Diagnóstico y Terapia, Universidad Nacional Autónoma de México; Juan Hernández Cordero(jhcordero@iim.unam.mx), Instituto de Investigaciones en Materiales, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

Modern laser microfabrication techniques are important tools in the biomedical field today. The recent need for innovative materials and structures mimicking the physical properties of the surrounding environment of biological cells at microscale has indeed promoted the development of microtechnology methods capable of fabricating synthetic matrices for optimal cell culture platforms. In this case, laser micromachining offers great control of the fabrication of 2D and 3D microstructures integrated into lab-on-chip or organ-on-chip platforms for biomedical assays. The possibility to precisely adjust the mechanical properties of some materials by controlling the

laser dose has also been explored successfully although most of the compatible materials still do not match physiological stiffness values and more research is still required to improve the mechanics of laser-fabricated biomaterial for cell culture. Another physical property of photosensitive materials that is useful in biomedicine and may be tuned by lasers is the refractive index. It is particularly important in optogenetics and integrated waveguides on chips where lasers can both produce microstructures and control the local refractive index very precisely. In this work, we will present the recent progress and results obtained with a 2-photon polymerization method to control these two physical properties in commercial photoresins for applications in biomedicine.
Acknowledgments : we thank Dra. Selene Rubí Islas Sánchez from LUCE-ICAT at UNAM and Mildred Cano Velázquez from IIM at UNAM for their help in the Raman and refractive index measurements. We also thank CONACyT grant 272894 for financial support.

***Astrofísica***
***Sala uno***

9:00 - 9:15 **GRB corto atravesando el material expulsado por la fusión de dos NSs ... en vivo, a color, y en 3D.** *Diego Lopez Camara Ramirez* (diego@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía, UNAM; Davide Lazzati(lazzatid@science.oregonstate.edu), Oregon State University; *Expositor.*
En esta charla, mostraré cómo un destello de rayos gamma (GRB) corto (similar al GRB170817A) evoluciona y traviesa el material que fue expulsado durante la fusión de dos estrellas de neutrones. Lo anterior se muestra mediante una simulación hidrodinámica relativista y tridimensional extremadamente exigente. Se discutirán los resultados obtenidos de la evolución de un chorro relativista y colimado a través del medio producido tras la fusión de dos NS (Ciolfi et la. 2017).

***COVID-19***
***Sala seis***

9:00 - 9:30 **Virología Física: Del autoensamblaje del virus al desarrollo de vacunas** *Jaime Ruiz García* (jaime@mail.ifisica.uaslp.mx), Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Instituto de Física; *Expositor.*
Las partículas virales pueden ser tan simples como una molécula de RNA o DNA dentro de una capsula esférica, llamada "cápside", compuesta generalmente por múltiples copias de una sola proteína. La forma esférica no es la única forma de la cápside, hay virus con cápside de diferentes formas, como tubulares o cónicos, e incluso más complejos. Además, debido a que los virus solo "cobran vida" cuando están dentro de sus células anfitrionas, es posible extraerlos de sus anfitriones y estudiarlos como objetos físicos; es decir, para hacer experimentos controlados similares a los que se hacen, por ejemplo, con polímeros o sistemas coloidales. En esta platica, presentare algunos aspectos físicos del ensamblaje y estructura de los virus. Después, presentare una breve historia de los desarrollos de las vacunas antivirales y cuál es la base biofísica esencial para el desarrollo de una vacuna antiviral. En la tercera parte de la plática me enfocaré a las características físicas del COVID-19 y discutiré algunos aspectos de las vacunas antivirales contra este virus que se han propuesto.

***Estado Sólido***
***Sala dos***

9:00 - 9:15 **Oscilaciones coherentes del espín nuclear en centros paramagnéticos** *Víctor Guadalupe Ibarra Sierra(vickkun@fisica.unam.mx), Instituto de Física de la UNAM; Juan Carlos Sandoval Santana(jcarlosss@fisica.unam.mx), Instituto de Física de la UNAM; Andrea Balocchi(andrea.balocchi@insa-toulouse.fr), INSA Toulouse; Thierry Amand(amand@insa-toulouse.fr), CNRS, Francia; Xavier Marie(xavier.marie@insa-toulouse.fr), INSA Toulouse; Alejandro Kunold Bello* (akb@azc.uam.mx), Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco; Helene Carrere(carrere@insa-toulouse.fr), INSA Toulouse; *Expositor.*
En este trabajo presentaré un nuevo método de espectroscopia del espín basado en un esquema de bombeo prueba. Este permite observar la dinámica del espín nuclear de centros paramagnéticos de $Ga^{2+}$ en GaAsN con resolución temporal. Este método se basa en la recombinación dependiente del espín (SDR) que tiene lugar bajo condiciones de bombeo óptico del espín. Mostraré, como resultado secundario, que este mismo fenómeno puede ser aprovechado para implementar un dispositivo monolítico (sin partes móviles) sensible al grado de polarización circular y su orientación. Explicaré de manera sintética un modelo basado en la teoría de sistemas cuánticos abiertos que tiene un gran poder de predicción [2,3]. Entre otras cosas, este modelo fue fundamental para el diseño del experimento de bombeo y prueba y el dispositivo sensible a la polarización de la luz.
La SDR ha sido ampliamente estudiada experimental y teóricamente dado que ofrece múltiples aplicaciones en espintrónica de estado sólido. Fue primero observada en silicio y más adelante en aleaciones de GaAs con un pequeño contenido de nitrógeno. La SDR es un mecanismo de recombinación, en el que un electrón en la banda de conducción de un semiconductor es capturado por un centro paramagnético de manera selectiva, de acuerdo a la orientación relativa entre el espín del electrón capturado y el del centro. Una de las consecuencias más asombrosas de este mecanismo es que permite alcanzar polarizaciones del espín de los electrones de la banda de conducción cercanas al 100% a temperatura ambiente. Junto con la interacción

hiperfina, que tiene lugar en los centros, permite también controlar la polarización del espín nuclear.

[1] Phys. Rev. B 97, 155201 (2018).
[2] Phys. Rev. B 95, 195204 (2017).
[3] Phys. Rev. B 101, 075201 (2020).

***Física Estadística y Termodinámica***
***Sala cinco***

9:00 - 9:15 **Estimación de la línea de saturación líquido-sólido en un fluido de esferas suaves mediante un muestreo sesgado en el parámetro de orden de Steinhardt** *Diego López Bernal* (A01332642@tec.mx), Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey; Ernesto Manuel Hernández Cooper(emcooper@tec.mx), Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey; José Antonio Otero Hernández(j.a.otero@tec.mx), Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey; *Expositor.*

La temperatura de saturación líquido-sólido en un fluido de esferas suaves ha sido determinada por varios autores mediante el salto en la entalpía cerca del punto de transición, utilizando un parámetro de orden local de tipo Steinhardt, para identificar la formación de sólido en el equilibrio termodinámico o mediante una apreciación cualitativa en las funciones radiales de distribución. En este trabajo se obtiene la temperatura de fusión y la entalpía de formación a través del salto en el parámetro de orden global de Stainhardt $Q_6$ como función de la temperatura. El método consiste en sesgar el muestreo con un valor elevado de $Q_6$ en un ensamble NPT, hasta llegar al equilibrio termodinámico y después realizar un muestreo de Boltzmann sobre las configuraciones resultantes para observar el comportamiento de $Q_6$ una vez que se alcanza el equilibrio termodinámico. El salto en el parámetro de orden como función de la temperatura puede observarse claramente a distintas presiones, determinando con mayor precisión y de forma menos ambigua, la temperatura de fusión del fluido. El error en la estimación de la temperatura de saturación puede reducirse aún más, obteniendo la superficie de energía libre en función del parámetro de orden mediante un muestreo sesgado cerca del punto de saturación. Finalmente, el máximo en la energía libre permite determinar el valor aproximado del parámetro de orden donde se lleva a cabo la nucleación homogénea, reduciendo drásticamente el error en la estimación de la temperatura de saturación.

***Física Médica***
***Sala tres***

9:00 - 9:15 **Caracterización y análisis de señales electroencefalográficas en casos de epilepsia del lóbulo temporal utilizando dinámica no lineal.** *Andrea Montiel Pérez* (queenaverde@hotmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Eduardo Moreno Barbosa(emoreno@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; José Fernando Rojas Rodríguez(frojas@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Javier Miguel Hernández López(javierh@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Benito De Celis Alonso(bdca@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*

La epilepsia es una afección del sistema nervioso central caracterizado por la interrupción repetida y breve de la conciencia, con o sin convulsiones asociadas a la actividad eléctrica anormal en el cerebro (crisis epilépticas). El trabajo consiste en un análisis de señales electroencefalográficas (EEG) en un grupo de pacientes con epilepsia focal, farmacorresistentes y candidatos a operación. Se estudian 2 tipos de señales: EEG focales (donde se origina la crisis epiléptica) y EEG no focales. Para la caracterización y análisis se aplican distintas técnicas de dinámica no lineal como el Exponente de Hurst, Dimensión Fractal, Análisis de Fluctuación sin tendencia y Parámetros de Hjörth. Se discuten las diferencias detectadas entre ambas regiones y sus implicaciones para un mayor entendimiento de la enfermedad. La investigación se lleva acabo desde un enfoque de sistemas complejos, cuyo objetivo es el desarrollo de un modelo basado en osciladores caóticos acoplados para generar señales artificiales similares a los EEG epilépticos reales estudiados.

***Óptica***
***Sala cuatro***

9:00 - 9:15 **Medición de propiedades mecano-elásticas (densidad y grosor) en placas delgadas con uso de efecto fotoacústico.** *Nestor A Flores* (nestor.floresmr@uanl.edu.mx), Universidad Autónoma de Nuevo León; Arturo A Castillo(acastillog@gmail.com), Universidad Autónoma de Nuevo León; Jose V Guzman(v.g.93@hotmail.com), Universidad Autónoma de Nuevo León; *Expositor.*

El presente texto describe de forma breve la interacción entre ondas EM, mecánicas y sonido debido a una perturbación de un cuerpo por transmisión de energía. Las funciones obtenidas para diferentes condiciones del experimento se muestran en las gráficas, mientras que los datos experimentales se muestrean en las tablas, siendo estos solo algunos del total. Se obtuvieron cientos de datos durante el experimento, debido a los tiempos de toma de datos para cada prueba, siendo un máximo de un minuto entre cada una para no agotar la elasticidad de la membrana del micrófono receptor. Con la inclusión de la ley de Hooke para una membrana delgada que vibra sin deformarse, de llegó a una ecuación diferencial modificada del método de cuerno acústico cuya solución y desarrollo están comentados en las secciones siguientes. La perspectiva de la utilidad de la fotoacústica unida

a su porque, su cómo y su aplicación, se muestran en este trabajo a través de correlacionar la simulación, el experimento y el análisis matemático.

***Astrofísica***
***Sala uno***

9:15 - 9:30 **Compilation of early optical photometry of GRBs** *Rosa Leticia Becerra Godínez* (rosa.becerra@correo.nucleares.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM; Fabio De Colle(fabio@nucleares.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM; Alan Watson(alan@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía, UNAM; Nissim Fraija Cabrera(nifraija@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía, UNAM; William Lee Alardín(wlee@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía, UNAM; *Expositor.*
The study of early optical emission of gamma-ray bursts give an opportunity to understand the first stages of these events and the inner parts of central engines of GRBs. We compiled observations of early optical GRBs detected from the literature with TAROT and COATLI telescopes and presented 2 light curves more (GRB 180706A and GRB 180812A). We found an empirical early optical light curve which is very similar to the X-rays one. Moreover, we obtained a distribution of the magnitude at $t + 1000$. We discuss these results for the physical implications to the science of GRBs and specifically for dark GRBs. We illustrated the outlook for the future arrival of the SVOM mission and the GFT instruments.

***Estado Sólido***
***Sala dos***

9:15 - 9:30 **PLASMON MODE COUPLING IN PHOTONIC CRYSTALS BASED ON PHOSPHORENE** *Laura Alejandra Tepanecatl Fuentes(laufuentes224@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Martha Alicia Palomino Ovando(marthap@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Gregorio Hernández Cocoletzi(cocoletz@ifuap.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Jorge Alberto Gaspar Armenta(jorge.gaspar@unison.mx), Universidad de Sonora; Ivan Fuentecilla Carcamo(isenfc@hotmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Brian Lozada Gregorio* (briianlozada@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*
Phosphorene, a thin film of black phosphorous, corresponds to a 2D material displaying semiconducting properties with a tunable band gap. As recently demonstrated, phosphorene can support surface plasmons with tunable characteristics through stacking, strain and doping. In this work, we have extended the analysis and have shown that mode coupling of transverse magnetic surface modes at THz frequencies is present when a finite phosphorene-dielectric multilayer is considered; we have shown that coupling of surface modes gives rise to plasmonic bands, above light line, in photonic crystals based on phosphorene. We have calculated dispersion relations of coupled surface modes in the multilayer considering the intrinsic anisotropy along the armchair and zigzag directions in phosphorene. Finally, we present numerical calculations of phosphorene surface conductivity at high energies ($> 1$ eV) and give necessary conditions for the existence of coupling of transverse electric surface plasmons.

***Física Estadística y Termodinámica***
***Sala cinco***

9:15 - 9:30 **Simulaciones moleculares de sistemas biológicos supramoleculares** *José Ramón Gutiérrez Trujillo* (ramon.gt1997@gmail.com), Universidad Autónoma de Querétaro; Paola Mendoza Espinosa(mendozapaola1@gmail.com), Universidad Nacional Autónoma de México; Saúl Iván Hernández Hernández(saul.ivan.hernandez@unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; José Antonio Moreno Razo(jamr.uam@gmail.com), Universidad Autónoma Metropolitana; *Expositor.*
Se generaron modelos de péptidos de grano grueso, a partir de partículas tipo Lennard-Jones con una distribución de sitios activos determinados por cargas eléctricas. Estos modelos simplificados de péptidos basados en características fisicoquímicas de la apolipoproteína A1, permiten estudiar fenómenos de agregación observados en segmentos de esta proteína plasmática. Se realizaron simulaciones de dinámica molecular utilizando el programa GROMACS, con los que se obtuvieron resultados significativos e importantes que permiten describir procesos de agregación que dan origen a fibras amiloides. Agradecemos a los proyectos UNAM-DGAPA-PAPIIT IA104319 y LANCAD-UNAM-DGTIC-276.

***Física Médica***
***Sala tres***

9:15 - 9:30 **Un modelo de dos capas de reacción difusión para la dosificación transdérmica de medicamentos: Un enfoque semianalítico** *Mauricio García Vergara* (maugv@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; Giuseppe Pontrelli(giuseppe.pontrelli@gmail.com), Istituto per le Applicazioni del Calcolo, Consiglio Nazionale delle Ricerche; *Expositor.*
El suministro transdérmico de fármacos (STF) es una técnica utilizada para suministrar medicamentos a través de la piel con propósitos terepéuticos como una alternativa a las rutas oral, subcutánea, e intravascular. STF presenta varias ventajas comparada con los otros métodos tradicionales de suministro: Control de la tasa

de liberación, administración no invasiva, dosis menos frecuentes y aplicación sin ayuda profesional médica. Por estas razones, representa una alternativa valiosa y atractiva a la administración oral [1]. El modelo de STF que consideramos consta de un sistema bicapa: (I) el vehículo (el parche transdérmico película de ungüento) y (ii) la piel (el "stratum corneum" que está seguido de las células receptoras de la piel y el lecho capilar).
La modelación para STF constituye una poderosa herramienta predictiva para el entendimineto de los procesos de biotransporte. En la ausencia de experimentos, varios modelos y simulaciones numéricas se han llevado a cabo con respecto al STF [2]. En general la absorción en la piel ocurre por difusión pasiva y la mayoria de los modelos consideran únicamente este proceso [3]. Este trabajo sigue las ideas de G. Pontrelli and F. de Monte quienes logran describir la dinámica de una endoprótesis liberadora de fármaco incrustada en una pared arterial [4] y extiende su enfoque al remover algunas de las suposiciones simplificadoras del modelo, obteniendo una solución más general: Junto con el efecto de difusión, la disolución del medicamento en el polímero que constituye la plataforma del vehículo y el proceso reversible de ligamiento que ocurre en la piel, también son estudiados.
Utilizando el método de expansión en funciones propias [5] logramos construir las soluciones espacio temporales que modelan de nuestro fenómeno. Este enfoque nos lleva a resolver de manera semi-analítica ecuaciones integrales del tipo Volterra [6] que permiten obtener tanto la dinámica del STF como de la interfaz vehículo-piel.
[1] Y.W. Chien. Novel drug delivery systems. M. Dekker Inc., 1992.
[2] A.M. Barbero H.F. Frasch. Application of numerical methods for difusion-based modeling of skin permeation. Adv. Drug Deliv. Reviews, 2013.
[3]N. Weiner R Curl W. Addick, G Flynn. A mathematical model to describe drug release from thin topical applications. Int. J. Pharm, 1989.
[4] F. de Monte G. Pontrelli. A two-phase two-layer model for transdermal drug delivery and percutaneous absorption. Math. Biosci., 2014.
[5] N.H. Asmar. Partial di erential equations with Fourier series and boundary value problems. Pearson Prentice Hall, 2005
[6] A.D. Polyanin A.V. Manzhirov. Handbook of Integral Equations: Second Edition. Taylor and Francis, 2008.

## *Óptica*
## *Sala cuatro*

9:15 - 9:30 **Análisis estocástico de partículas Brownianas activas en corrales ópticos** *Luisa Del Carmen García Canseco(luigatto@ciencias.unam.mx), Facultad de Ciencias UNAM; Berenice García Rodríguez* (berenicegar@ciencias.unam.mx), Instituto de Física UNAM; Alejandro Vasquéz Arzola(alejandro@fisica.unam.mx), Instituto de Física UNAM; Francisco Javier Sevilla Pérez(fjsevilla@fisica.unam.mx), Instituto de Física UNAM; *Expositor.*
Se detalla el estudio teórico y experimental de la dinámica de partículas autopropulsadas de sílice recubiertas con Au (Partículas de Janus). A partir de la ecuación de Fokker-Planck y Langevin se describe el movimiento Browniano activo en 2D. Con el fin de estudiar su comportamiento estadístico se muestran las caminatas realizadas por las partículas Janus e histogramas para las distribuciones de probabilidad en las posiciones y ángulos, que toma al cambiar su dirección.
En la parte experimental, se observa que la partícula Browniana (D = $3\mu$m) altera su caminata al tener una capa de Au de 5 nm adherida a uno de sus hemisferios, cambiando la difusión de ésta. La parte activa ocurre cuando un haz láser ($\lambda$ = 532 nm) con una estructura circular que actúa como *corral óptico* sobre las partículas de Janus, incide directamente sobre las partículas, lo que induce inmediatamente un movimiento Browniano activo. Al iluminar la cara de Au las partículas se autopropulsan, por efectos termoforéticos.

## *Astrofísica*
## *Sala uno*

10:00 - 10:30 **Accretion feedback from newly formed BHs and its implication for LIGO sources** *Aldo Batta* (aldobatta@gmail.com), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; *Expositor.*
: Most common formation channels of stellar mass black hole (BH) binaries like the ones observed by LIGO, often assume they are assembled from the direct collapse of massive pre-supernova stars. However, it is unclear whether the final mass and spin of the newly formed BH arises from the collapse of the entire stellar progenitor or just a fraction of it, given that coupling of accretion feedback released during BH formation to the surrounding infalling star will inevitably lead to its ejection. If the BH is built up via disk accretion, outflows from the center will result in residual gas ejection, thus halting the stellar collapse and reducing the amount of mass and spin that can be accreted by the newly formed BH. By means of semi-analytical calculations and numerical results from GR hydrodynamical simulations, I'll discuss the conditions under which infalling material can accrete without forming a centrifugally supported structure and, as a result, generate no effective feedback. When accretion feedback is included, semi-analytical calculations show the BH can drive powerful outflows that heat the surrounding envelope, effectively shutting down the collapse. This gives rise to various outcomes ranging from very massive BHs with low spins, as inferred for GW150914, to lighter and faster-spinning BHs, as deduced for GW151226.

***Estado Sólido***
***Sala dos***

10:00 - 10:30 **Li ion batteries made of mexican onix** *Enrique Quiroga-González* (equiroga@ieee.org), Institute of Physics, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, 72570 Puebla, Mexico; *Expositor.*
The development of lithium ion battery technologies, besides looking for high capacity, high power and long cycling life, is nowadays lookig for sustainability; the components of the battery must be abundant, with low toxicity, and should need low processing, to assure a sustainable energetical future. Calcium carbonate originated from egg shells has been tested as a candidate for sustainable energy storage devices. The results were promising in the sense of long cycling stability and high rate capability, but they suffered of low capacity, and the voltage window for charge/discharge was very large for practical applications. We found that the voltage window can be reduced, allowing the appearance of just some of the possible electrochemical phenomena; in this way, the material can be used as cathode or as anode of a practical battery. As an alternative material with high calcium carbonate content, we proposed the use of mexican onix, that is very abundant in the region of Puebla. In our experimental investigations, we evidenced that the charge storage mechanism is a combination between ion insertion and electrochemical double layer capacitance, fully reversible.

***Física Estadística y Termodinámica***
***Sala cinco***

10:00 - 10:30 **Virología física: forma y autoensamblaje de virus** *Jaime Ruiz Garcia* (jaime@ifisica.uaslp.mx), Instituto de Física, Universidad Autónoma de San Luis Potosí; *Expositor.*
Los virus son complejos supramoleculares altamente ordenados que infectan las células en todos los reinos de la vida. Desde una perspectiva física, pueden considerarse máquinas moleculares que han evolucionado con éxito para propagarse entre organismos relacionados al secuestrar la maquinaria de la célula hospedera. Aunque los virus son muy diversos, comparten funciones y propiedades comunes, como la capacidad de formar capsulas de proteínas, denominadas cápsides, para proteger su genoma del entorno externo. Aun más, muchas proteínas de la cápside son capaces de autoensamblarse en ausencia del genoma viral para formar cápsides vacías. En el escenario más simple de formación de la cápside, la capacidad funcional para autoensamblarse reside en la secuencia de aminoácidos primaria de las proteínas de la cápside y, por lo tanto, en la estructura plegada de las subunidades de proteínas virales. Por lo tanto, el proceso de ensamblaje de un virus es impulsado únicamente por las interacciones proteína-genoma y proteína-proteína. Utilizando una perspectiva de la física, nos hemos centrado en esta plática a estudios fundamentales que proporcionan una visión general de la base molecular que rige algunos aspectos clave de los sistemas virales, como son su forma y autoensamblamiento

***COVID-19***
***Sala seis***

9:30 - 10:00 **Covid 19 y la ecuación de Gompertz** *Hector G. Riveros Rotge* (riveros@fisica.unam.mx), Instituto de Física de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM); *Expositor.*
La ecuación de Gompertz describe la evolución de una epidemia. Aplicada a los datos de Italia, España, Alemania y Reino Unido se ajusta con pequeñas desviaciones debido a que cada país aplicó diferentes medidas de restricción o distanciamiento para prevenir la propagación. Con los datos de México, gráficamente las desviaciones no se notan, hicimos ajustes con datos hasta fechas crecientes. Para los otros países Gompertz predice bien el decaimiento. Intentamos predecir la evolución de la epidemia, usando Gompertz. Para México el máximo se predice hasta un mes antes. Para reducir las muertes, necesitamos medir asintomáticos y aislarlos, y reducir la letalidad de los hospitales. La letalidad mide la calidad del tratamiento hospitalario.

10:00 - 10:30 **Evaluación de estrategias de mitigación a partir de la evolución de los parámetros óptimos de la dinámica epidemiológica** *César Simón López Monsalvo* (cslm@azc.uam.mx), Conacyt – Universidad Autónoma Metropolitana – Azcapotzalco; Francisco Nettel Rueda(fnettel@ciencias.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Alessandro Bravetti(alessandro.bravetti@iimas.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Rafael Escarela Pérez(epr@azc.uam.mx), Universidad Autónoma Metropolitana – Azcapotzalco; *Expositor.*
En esta charla se presentarán los resultados preliminares del proyecto de Contingencia por COVID-19 cuyo objetivo es evaluar la eficacia de las medidas de mitigación adoptadas por la Secretaria de Salud utilizando la evolución temporal de los parámetros óptimos asociados a distintas dinámicas epidemiológicas durante las etapas de la epidemia nacional.

10:30 - 11:00 **Sesión de preguntas y respuestas** *César Simón López Monsalvo* (dsm0109@gmail.com), SMF; *Expositor.*
Sesión de preguntas y respuestas

***Óptica***
***Sala cuatro***

10:00 - 10:30 **Evaluación de sistemas y superficies ópticas** *Esteban Luna* (eala@astrosen.unam.mx),*

*Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México. Unidad Ensenada; Luis Salas(salas@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México. Unidad Ensenada; Joel Herrera(eala@astrosen.unam.mx), Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México. Unidad Ensenada; Erika Sohn(sohn@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México.; Elfego Ruiz(elfego@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México.; *Expositor.*

Es conocido, en el ámbito de los que se dedican pulir superficie, que la dualidad fabricar-medir es inseparable y han sido, ambas, áreas de investigación en óptica durante mucho tiempo. El área de fabricación es muy extensa y se ha modernizado enormemente con muchas propuestas determinísticas. Para medir existen muchos métodos de prueba, tantos como la necesidad de variedad de superficies para un sistema óptico requerido. Esta plática la centraremos en medir las superficies y se discutirán dos métodos. Primero las pruebas interferométricas, donde directamente se obtiene en cada parte de la superficie su calidad, globalmente su forma y figura final. La segunda parte la dedicaremos a las pruebas geométricas que dan información de la superficie, pero esta vez como derivada de la misma y aunque la interpretación es un poco más difícil tienen la ventaja de llevarse a cabo fácilmente en un taller sin necesidad de ambiente controlado, es decir, no se necesita láser, mesas libre de vibraciones o temperatura controlada. Las pruebas ópticas no son exclusivas del desarrollo de una superficie, sino que en general, son usadas ampliamente para evaluar sistemas ópticos con más de un elemento óptico.

***Astrofísica***
***Sala uno***

10:30 - 11:00 **Infrared Astronomy at High Angular Resolution** *Joel Sánchez Bermúdez* (joelsb@astro.unam.mx), Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México.; *Expositor.*

With the advent of facilities like Adaptive Optics, new infrared detectors and fiber optics technology, the development of infrared high-angular resolution astronomy has been boosted over the last twenty years, allowing us to study several physical properties of diverse objects that go from the discovery of exo-planets, to the study of the stellar physics and active galactic nuclei. In this talk, we highlight some of the most recent discoveries and areas of opportunity of the current infrared coronagraphs and interferometers. This will be discussed in the context of the upcoming instrumentation like, GRAVITY 2.0 at the Very Large Telescope Interferometer, the James Webb Space Telescope or the European Large Telescope. New opportunities of collaboration for the Mexican community will be also addressed.

***Estado Sólido***
***Sala dos***

10:30 - 10:45 **First-principles study of the multiferroic and optical properties of $YFeO_3$ doped $Bi^{3+}$** *Espiridión Martínez Aguilar* (espiridion.martinez.aguilar@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Postgrado en Física Aplicada, Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas; H'Linh Hmŏk(hlinh.hmok@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Postgrado en Física Aplicada, Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas; Jordi Ribas Ariño(jordi.ribas.jr@gmail.com), Departament de Ciència de Materials i Química Física and IQTCUB, Universitat de Barcelona, Martí i Franquès 1, 08028 Barcelona, Spain; Jesús María Siqueiros Beltrones(jesus@cnyn.unam.mx), Centro de Nanociencias y Nanotecnología, Universidad Nacional Autónoma de México, AP 14, Ensenada 22860, Baja CA, Mexico; Rosendo Lozada Morales(rlozada@fcfm.buap.mx), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Postgrado en Física Aplicada, Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas; *Expositor.*

The orthoferrites with the general formula $RFeO_3$ (R = Ho, Er, Lu, Sc and Y) have recently attracted a great deal of attention because they are promising candidates for a second generation of multiferroic materials. In this computational work, the multiferroic and optical properties of the $YFeO_3$ perovskite oxide (YFO) and a Bi-doped $YFeO_3$ ($Y_{0.75}Bi_{0.25}FeO_3$, YFO-Bi) were analyzed. Bi-substitution in YFO leads to an increase of its lattice parameters by virtue of the larger ionic radius of $Bi^{3+}$. Both compounds exhibit a G-type antiferromagnetic ground state. The calculations disclose a significant spontaneous polarization along the [101] direction of YFO-Bi, which originates in the asymmetric distribution of the charges around the $Bi^{3+}$ ions, as a result of the Bi-6$s$ electrons. The electric polarizability of YFO is increased upon $Bi^{3+}$-doping and the larger components of the real permittivity tensor of YFO-Bi are those associated with the same direction along which the maximum value of spontaneous polarization is observed. The spontaneous polarization of YFO-Bi found in this work reveals that this compound holds potential for the next generation of multiferroic materials.

***Física Estadística y Termodinámica***
***Sala cinco***

10:30 - 10:45 **MODELO HÍBRIDO DE OPCIONES SOBRE TIPO DE CAMBIO** *Ma. De Lourdes Najera López* (malourdesnl@yahoo.com), Universidad Autónoma del Estado de México; Máximo A. Agüero Granados(makxim@gmail.com), Universidad Autónoma del Estado de México; *Expositor.*

En este trabajo se realiza la estimación de los parámetros del modelo híbrido de opciones sobre divisas y con ellos

valuar la prima de la opción para el peso mexicano/dólar estadounidense, basado en el modelo de Heston (1993) y sumando el modelo de Hull and White (1993). Todo esto validado a través de la diferencia entre el precio teórico y el precio de mercado, utilizando datos correspondientes al periodo de 2003 a 2018 que emite el MexDer. El alcance de este trabajo es estimar los parámetros del modelo de tres factores a través del algoritmo Simplex y calcular el precio de la opción Call y Put europea sobre tipo de cambio mexicano. Los resultados muestran que los parámetros son consistentes para periodos de largo plazo. El modelo resulta ser adecuado para describir la serie de rendimientos de los precios de dicha divisa. Este hecho se ve reflejado en un 95% de las simulaciones logradas, las cuales replican una distribución empírica con las propiedades de ser leptocúrtica, asimétrica y de colas anchas, generada por un sistema bivariado de difusión, mostrando una misma distribución continua según la prueba de bondad de Kolmogorov-Smirnov. Puede afirmarse que el modelo híbrido constituye una buena alternativa para obtener los precios de la divisa peso mexicano/dólar estadounidense, ya que se muestra que son muy próximos a los precios del mercado.

***Física Médica***
***Sala tres***

10:30 - 10:45 **Respirador artificial automático controlado por WIFi** *Miguel Hernán Escobedo Barajas* (hernanrash@hotmail.com), Posgrado en ingeniería y tecnología aplicada, Unidad Académica de Ingeniería, Universidad Autónoma de Zacatecas; José Manuel Ortiz Rodríguez(manuelortiz@uaz.edu.mx), Posgrado en ingeniería y tecnología aplicada, Unidad Académica de Ingeniería, Universidad Autónoma de Zacatecas; Luis Octavio Solis-Sanchez(lsolis@uaz.edu.mx), Posgrado en ingeniería y tecnología aplicada, Unidad Académica de Ingeniería, Universidad Autónoma de Zacatecas; Juan Carlos Martínez Orozco(jcmartinez@uaz.edu.mx), Universidad Autónoma De Zacatecas; Antonio Del Rio De Santiago(adelrio22@gmail.com), Universidad Autónoma De Zacatecas; *Expositor.*
Debido a la pandemia que actualmente experimentamos, se presentó la necesidad imperante de un tratamiento de soporte vital para los enfermos de SARS-CoV-2, en el que utilizando una máquina que proporciona soporte ventilatorio y de oxigenación, facilitando el intercambio de gases y el trabajo respiratorio para pacientes con insuficiencia respiratoria. El ventilador mecánico, al generar un gradiente de presión entre dos puntos (boca / vía aérea - alvéolo) produce un flujo durante cierto tiempo, lo que genera una presión que tiene que superar la resistencia al flujo y las propiedades elásticas del sistema respiratorio obteniendo un volumen de gas que entra y luego sale del sistema. Nuestro objetivo es construir un respirador artificial de bajo costo y fabricación rápida para satisfacer las necesidades del sector de la salud. Se utilizó una placa de desarrollo NODEMCU ESP8266 que tiene conexión Wifi y una placa Arduino UNO que contiene un microchip ATmega328P, un respirador de mano AMBU, un motor paso a paso NEMA23, un controlador tb6600 para un motor paso a paso, un sensor de interruptor de límite y una pantalla LCD, con interfaz I2C para mostrar datos relevantes. La parte mecánica se construyó completamente según lo requerido por el proyecto. Unido al motor hay un engranaje de doce dientes, que es el responsable de avanzar o retraer una cremallera que está montada en ejes móviles. Esto hace que el AMBU sea presionado o liberado cuando se opera el motor para generar respiración artificial.

***Óptica***
***Sala cuatro***

10:30 - 10:45 **Hologramas indescifrables creados mediante códigos QR** *Alejandro Padrón-Godínez* (alpago00@unam.mx), Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología, Universidad Nacional Autónoma de México; Carlos Gerardo Treviño-Palacios(carlost@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y Electrónica; *Expositor.*
En este trabajo mostramos la creación de un holograma indescifrable que se produce mediante la inserción de información confidencial cifrada dentro de la de matriz de puntos de un código de pronta respuesta (CQR), de acuerdo a la ISO/IEC 18004. La información se cifra con el algoritmo estándar AES-128 (FIPS 197) y se crea un CQR con esa información cifrada, el CQR genera una malla monocromática que tomará el rol de apertura o rejilla de difracción, que un haz de luz láser obturado seguirá para producir pulsos que impactarán sobre un objetivo. El láser de Nd-YAG (1064 [nm]) con una potencia entre 0.2 y 0.4 [mJ] produce un daño óptico sobre un vidrio BK7, que al barrer en forma automatizada la rejilla de difracción produce un holograma digital indescifrable. Cada rejilla CQR cifrada produce su correspondiente patrón de interferencia que viene siendo el holograma grabado. Este procedimiento es similar a cuando se insertan las marcas de agua sobre un documento, imagen, audio o video digital, para implementar servicios de seguridad y preservar derechos autor. Son similares en el sentido de que la holografía digital usa el método de la transformada de Fourier de la apertura, creando así los patrones de interferencia. Lo mismo ocurre al grabar los CQR sobre los vidrios creando en si una marca de agua u holograma. Algunos de los algoritmos de inserción de marcas de agua digitales utilizan la Transformada de Fourier Discreta en el dominio de la frecuencia. Una marca de agua puede ser perceptible o imperceptible al sistema visual humano dependiendo cuanta información se quiera ocultar en el holograma o la capacidad del medio portador. Nuestro grupo académico de modelado y simulación ha trabajado sobre marcas de agua imperceptibles en audio, donde el procedimiento es procesar información

mediante filtros pasa-bandas para introducirla y ocultarla en un medio portador digital de forma imperceptible. Los hologramas generados se forman en la zona de Fresnel donde ciertamente se deben cumplir las condiciones de interferencia mediante la superposición de las ondas en un corte plano perpendicular a la dirección de propagación. Los resultados obtenidos son los vidrios, medios portadores grabados, patrones de interferencia (imágenes bidimensionales). Ellos contienen la información cifrada oculta en los CQR, que pueden ser almacenados, compartidos, sin sospecha de que tienen información valiosa, como claves o llaves privadas usadas para control de acceso. Para leer o recuperar la información cifrada oculta se debe realizar el procedimiento inverso, divisar los patrones de interferencia u hologramas, generar los CQR y descifrar la información con el algoritmo de cifrado empleado y así obtener el texto plano.

***Estado Sólido***
***Sala dos***

10:45 - 11:00 **Conductancia, polarización de espines y termoelectricidad en geometrías complejas de siliceno** *Rogelio Rodríguez González* (rodriguezglez.r@gmail.com), Centro de Investigación en Ingeniería y Ciencias Aplicadas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos; Luis Manuel Gaggero Sager(lgaggero@uaem.mx), Centro de Investigación en Ingeniería y Ciencias Aplicadas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos; Isaac Rodríguez Vargas(isaac@uaz.edu.mx), Unidad Académica de Ciencia y Tecnología de la Luz y la Materia, Universidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.*
Se estudian las propiedades de transporte y efectos termoeléctricos en estructuras complejas de siliceno. Las estructuras están configuradas espacialmente con base a la regla de generación del conjunto Cantor. El método de la matriz de transferencia, el formalismo de Landauer-Büttiker así como la fórmula de Cluter-Mott han sido implementados para obtener los espectros del coeficiente de transmisión, conductancia y coeficiente de Seebeck, respectivamente. Nuestros resultados reflejan rasgos de auto-similitud en las propiedades físicas analizadas como consecuencia de la geometría compleja que rige el orden de modulación a través de los electrodos metálicos, los cuales son responsables de la formación de las barreras. Para describir matemáticamente esta auto-similitud, nos enfocamos en averiguar reglas de escala capaces de reproducir los espectros a diferentes escalas. Además, estas reglas están asociadas a los parámetros estructurales que componen el sistema complejo: generación, alto de barrera y longitud del sistema. En este sentido, se derivan numéricamente expresiones de escala para la conductancia y polarización de espines mientras que para el caso del coeficiente de Seebeck se recurre a una deducción analítica. Finalmente, es importante señalar que es la primera vez que se reporta un comportamiento cuántico auto-similar tanto en propiedades de transporte como en termoelectricidad en sistemas bidimensionales basados en siliceno.

***Física Estadística y Termodinámica***
***Sala cinco***

10:45 - 11:00 **Balance total de energía durante la nucleación homogénea de una dendrita en agua subenfriada** *José Antonio Otero Hernández* (j.a.otero@tec.mx), Tecnológico de Monterrey, Campus Estado de México; Suset Rodríguez Alemán(susetuh@gmail.com), Tecnológico de Monterrey, Campus Estado de México; Ernesto Manuel Hernández Cooper(emcooper@tec.mx), Tecnológico de Monterrey, Campus Estado de México; *Expositor.*
Recientemente se ha demostrado qué en sistemas adiabáticos, el balance local de masa y energía en la interfaz líquido-sólido puede romper con la invarianza en el tamaño del sistema o en la cantidad de masa derretida/solidificada durante la dinámica de la interfaz en un material de cambio de fase. Utilizando un balance total de energía en todo el sistema, se recupera la invarianza de estas variables dinámicas del movimiento y las soluciones numéricas reproducen correctamente el equilibrio termodinámico en sistemas térmicamente aislados. En este trabajo, se aplica este modelo recientemente propuesto, para encontrar la solución al movimiento de la interfaz líquido-sólido durante la nucleación homogénea de una dendrita de hielo en agua subenfriada. Se observa que la solución estacionaria a la velocidad de la interfaz en la punta de la dendrita en función del subenfriameiento T, tiene un mejor comportamiento con relación a los resultados experimentales de Furukawa, et. al y Shivkov, et. al en comparación con las soluciones numéricas a los modelos propuestos por otros autores.

***Física Médica***
***Sala tres***

10:45 - 11:00 **Applications of total reflection X-ray fluorescence spectrometry in precision medicine** *Jorge Luis Rodríguez Alejandre* (ibm.jorgealejandre@gmail.com), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Nabanita Dasgupta-Schubert(nitaschubert@gmail.com), Bhabha Atomic Research Centre; Iris Eunice Serrato Mireles(irissum123@gmail.com), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.*
In this work, we will talk about the principles of the X-ray fluorescence, figures of merit (precision, percentage of recovery, lower limit of detection and signal-to-noise ratio), the advantages of this technique compared to other spectrometric techniques (ICP-OES/AES, ICP-MS), a discussion of clinical and experimental applications of TXRF in the practice of precision medicine and a brief discussion of the specific applications of TXRF

spectrometry to health-care issues in México such as Diabetes mellitus type 2 (DMT2). Total reflection X-ray fluorescence (TXRF) spectrometry offers significant advantages to the new treatment and prevention paradigm called precision medicine. The multi-elemental TXRF technique can analyze elements from Al to U in physiological fluids and tissues, at trace (1-100 parts per million (ppm)) or ultra-trace (<1ppm) levels and can analyze even fundamental units such as groups of cells. Due to its nature, TXRF spectrometry does not inflict any damage on the sample to be measured, thus conferring great reproducibility to the studies carried out. TXRF spectrometry is done using X-rays from synchrotrons or from benchtop tube sources. In this work we will focus on the second. X-ray fluorescence is produced by the interaction of the photons of the primary X-ray with the atoms of the sample. The interaction results in the ejection of a bound-state electron from an inner shell leaving behind a vacancy in that shell that is immediately filled by an electron from an outer shell. The energy of this transition is manifest as an X-ray photon, called the fluoresced X-ray. Since the transition energies between atomic shells are unique to the atoms of each element, the fluoresced X-rays are characteristic of the given element and may be used to identify it. The TXRF spectrometer used in Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo Radiation Studies Laboratory, the Bruker S2 Picofox, consists of a low energy (50 kV) X-ray tube with a Mo anode, 30 mm2 silicon drift detector, and Ni/C multilayered monochromator. The meaning of the term "precision medicine" used by the scientific, medical and health care communities has changed over the last decade. Up till 2015 it was commonly used for genomics and tailored medicine. After ex-president Barack Obama announced the precision medicine initiative, the term became more complex and began including, environmental, behavioral and lifestyle effects in medicine. Precision medicine focuses on collecting multiple forms of data and harnessing the power of big data analysis. The accumulation of certain elements in human organs are implicated in certain diseases, e.g. lead in lead poisoning. Recent studies at the Department of Epidemiology of the Johns Hopkins University found that high selenium levels are correlated with the onset of DBM2. The ability of TXRF to do sensitive elemental analyzes in physiological fluids will advance the early diagnosis and treatment of such diseases.

***Óptica***
***Sala cuatro***

10:45 - 11:00 **Medición de micro objetos con técnica no invasiva.** *Bruno Antonio García Avendaño* (brunoo_garciia@hotmail.com), Tecnológico Nacional/Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez; Jorge Luis Camas Anzueto(jcamas@ittg.edu.mx), Tecnológico Nacional/Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez; Rubén Grajales Coutiño(rgrajales@ittg.edu.mx), Tecnológico Nacional/Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez; Madaín Pérez Patricio(mperez@ittg.edu.mx), Tecnológico Nacional/Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez; *Expositor.*
Hoy en día existen varios dispositivos y métodos para medir longitudes que dependiendo la escala y la exactitud que se requiera en el dispositivo o método que se usara, las mediciones a micro escala son difíciles de realizar por no decir imposible, debido a la naturaleza del objeto y del entorno los métodos convencionales llegan a ser un problema a la hora de realizar las mediciones ya que llegan a dañar el objeto, por lo que se opta por dispositivos y métodos más sofisticados. En algunos procesos el medir el objeto llega a ocasionar pérdida de tiempo y recursos debido a que el proceso se detiene por completo para verificar las dimensiones, al juntar estas dos problemáticas se observa que se necesita de un método que mida el objeto sin intervenir directamente con este para que no se detenga el proceso y no se dañe al objeto. Uno de los métodos que no necesita intervenir con el objeto es a través de dispositivos de visión, dependiendo el tipo de dispositivo de adquisición de imagen y el tipo de procesamiento que se le aplique y se logra obtener diferentes tipos de información de una imagen adquirida. Para este estudio se utiliza una serie de procesamiento que abarca desde la adquisición de imágenes hasta localizar píxeles específicos pasando por un proceso de calibración, escala de grises, filtración, detección subpixel y binarización.

***Información Cuántica***
***Streaming***

11:00 - 12:00 **Hacia la aplicación práctica de la tomografía de coherencia óptica cuántica** *Alfred U'Ren* (alfred.uren@correo.nucleares.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*
La tomografía de coherencia óptica cuántica (QOCT) fue propuesta como una técnica para la determinación de la morfología interna de muestras semi-transparentes con algunas ventajas claras sobre técnicas análogas basadas en la física clásica. El QOCT se basa en la utilización de parejas de fotones con propiedades de enredamiento cuántico. Se ha mostrado que se presenta un fenómeno de cancelación de dispersión de ordenes pares, y que se obtiene el doble de resolución, para un cierto ancho de banda, en comparación con un sistema clásico equivalente. Sin embargo, considerando una serie de dificultades técnicas incluyendo los bajos flujos de parejas de fotones, el QOCT no se ha convertido en una técnica práctica utilizable por ejemplo en el contexto de la biomedicina. En esta plática presentamos una serie de avances en el QOCT, provenientes de nuestro grupo de investigación, encaminados a la implementación práctica del QOCT.

***Rayos Cósmicos***
***Streaming***

12:00 - 13:00 **Búsquedas de una Violación de Lorentz con Física de Astropartículas** *Humberto Martínez Huerta* (hum.mtzh.fis@gmail.com), Physics Institute of São Carlos (IFSC) University of São Paulo; *Expositor.*
La Invarianza de Lorentz es uno de los pilares de la física moderna y su validez ha sido extendida por diversos experimentos. Desde el punto de vista de la teoría cuántica de campos, la Invarianza de Lorentz es una de las simetrías principales que rigen el Modelo Estándar de partículas elementales. Por otro lado, la formulación de la visión cuántica de la gravedad es uno de los principales desafíos de la física y algunas propuestas motivan una Violación de la Invarianza de Lorentz (LIV, por sus siglas en inglés). En este contexto, LIV ha sido sugerido como un elemento con el potencial de ayudar a clarificar el camino hacia un formalismo de unificación. En esta charla, presentaré un resumen de los más recientes y robustos límites de exclusión a LIV en el sector del fotón obtenidos con física de astropartículas.
Discutiré las técnicas conocidas como el retraso temporal dependiente de la energía de los fotones astrofísico, el cambio en la energía de umbral en la producción de pares, la supresión de la formación de chubascos atmosféricos, y la desintegración y división de fotones superluminales. También se abordarán las perspectivas de búsquedas de LIV para la siguiente generación de experimentos de astropartículas.

***Óptica***
***Streaming***

13:00 - 14:00 **Fase geométrica en sistemas ópticos de polarización** *Julio César Gutiérrez-Vega* (juliocesar@itesm.mx), Tecnológico de Monterrey; *Expositor.*
M. Berry demostró en 1984 que cuando el estado de un sistema físico se hace pasar por un proceso cíclico,el estado inicial y final difieren por una fase geométrica.Las implicaciones de este resultado impactan todas las áreas de la física. En óptica, el concepto de fase geométrica fue anticipado por S. Pancharatnam en 1956 al establecer la diferencia de fase entre dos estados de polarización de una onda electromagnética.Es por eso que comúnmente en óptica se refiere a la fase geométrica como la fase de Pancharatnam-Berry.En la plática analizamos el problema de calcular de manera compacta y unificada la fase geométrica de Pancharatnam-Berry generada por un sistema óptico arbitrario descrito por una matriz de polarización de Jones de 2x2 con eigen-estados tanto ortogonales como no ortogonales.Encontramos que las fases geométrica y dinámica se pueden calcular con una ecuación cerrada que tiene una interpretación elegante sobre la esfera de Poincaré y el concepto de campo de valores de 2x2

***Estado Sólido***
***Sala seis***

16:00 - 16:30 **Magnetic quantum phase transitions in solid state systems** *Romeo De Coss* (romeo.decoss@cinvestav.mx), Department of Applied Physics, Cinvestav-Mérida, México; *Expositor.*
A quantum phase transition (QPT) is a transition between different quantum phases of matter at zero temperature. In contrast to a classical phase transition which is driven by temperature, a QPT can only be accessed by varying a physical parameter at absolute zero temperature. In solid state systems the parameter driving the QPT can be the pressure, mechanical strain, chemical composition, as well as an external electric or magnetic field, among other possibilities. In this talk, we present results of two studies based on first-principles calculations where a magnetic phase transition has been found: the Ni-Cu alloy and P-doped graphene under biaxial strain. Thus, the quantum fluctuations of the magnetic moment at the quantum critical point are analyzed. Finally, the relevance of understanding the quantum phenomena en materials, which will be the basis for the development of quantum technologies, is emphasized. This work was supported by CONACyT-México under grant No. 288344.

***Partículas y Campos***
***Sala cinco***

16:00 - 16:30 **Estudiando la materia nuclear en condiciones extremas con el experimento MPD en NICA-JINR** *Isabel Domínguez* (isadoji@uas.edu.mx), Universidad Autónoma de Sinaloa; *Expositor.*
Estamos hechos de materia nuclear en condiciones ”ordinarias” y estamos rodeados de estrellas que están hechas de materia nuclear en condiciones ”extremas”. En este caso condiciones ”ordinarias” y ”extremas” se refiere a las diferentes condiciones de densidad, temperatura y otros agentes externos, bajo las cuales se puede estudiar la materia nuclear. Algunos experimentos recientes han permitido el estudio de quarks y gluones que forman los nucleones bajo estas condiciones e increíblemente, de estos experimentos también hemos aprendido acerca de las condiciones que prevalecieron cuando el Universo era muy joven. En esta plática presentare un algunos de los estudios de la materia nuclear en condiciones extremas que nos permiten caracterizar el plasma de quarks y gluones que se forma en colisiones de iones pesados. A continuación presentaré retos y oportunidades en el estudio de materia nuclear bajo condiciones extremas, usando el Multi-Purpose Detector (MPD) en Nuclotron-based Ion Collider fAcility (NICA) que forma parte de las instalaciones del Joint Institute for Nuclear Research (JINR), en Dubna, Rusia. Finalmente, resumiré los avances y planes hechos por la colaboración MexNICA en esta área.

***Estado Sólido***
***Sala seis***

16:30 - 16:45 **Efectos físicoquímicos y morfológicos en polvos de AlSi10Mg reutilizados en manufactura aditiva por fusión selectiva** *Maria Guadalupe Orozco Sandoval* (orozco.marilu@gmail.com), Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica.; Moisés Hinojosa Rivera(hinojosamoises@yahoo.fr), Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica.; Alberto Varela Valdez(alberto.varelavldz@uanl.edu.mx), Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica.; Satu Elisa Schaeffer(elisa.schaeffer@gmail.com), Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica.; Victor Israel Germán Flores(victor.germanfl@uanl.edu.mx), Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica.; *Expositor.*
Los diversos fenómenos fisicoquímicos y morfológicos que experimentan los polvos metálicos en la manufactura aditiva no han sido suficientemente estudiados. Entre otras ventajas, esta tecnología permite minimizar el desperdicio de materia prima mediante la reutilización del material no fundido. Los estudios previos se han concentrado en aleaciones como Inconel 718, Ti6Al4V y aceros inoxidables, solo unos pocos estudios han abordado las aleaciones de aluminio como AlSi10Mg, que es más susceptible a afectaciones que pueden limitar los ciclos de reutilización. En el presente trabajo realizamos la caracterización microestructural, morfológica y quimica en polvos virgen y reutilizado de AlSi10Mg, mediante microscopía optica y electrónica de barrido y difracción de rayos X. Los cambios predominantes se observaron en la morfología y distribución de tamaño de las partículas de polvo reutilizadas, con un incremento del 15% en el tipo muy angular en contraste con el polvo virgen donde la mayoría de las partículas son subangulares o angulares, además de diferencias en el diámetro de las partículas, siendo el diámetro promedio de las partículas reutilizadas 39% mayor que el diámetro promedio de partículas vírgenes. El estudio microestructural revela variaciones en la forma de las segundas fases. El análisis de relación área-perímetro permite también establecer las características de autoafinidad de los perfiles de las partículas y los agregados resultantes. Reportamos también los resultados de un primer modelo de simulación por elementos discretos que considera la transferencia de calor, fusión parcial, difusión y sinterización, y que permite reproducir en términos generales los cambios morfológicos y los efectos de agregación observados experimentalmente.

***Partículas y Campos***
***Sala cinco***

16:30 - 16:45 **Understanding the properties of the excitation function for $\Lambda$ and $\overline{\Lambda}$ polarization in high-energy heavy-ion collisions** *Alejandro Ayala* (ayala@nucleares.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM; Isabel Domínguez(isadoji@uas.edu.mx), Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas, Universidad Autónoma de Sinaloa; Ivonne Maldonado(ivonne.alicia.maldonado@gmail.com), Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas, Universidad Autónoma de Sinaloa; Jordi Salinas(jordissm@ciencias.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM; *Expositor.*
The STAR Beam Energy Scan program has found a remarkable behavior for the global polarization of $\Lambda$s and $\overline{\Lambda}$s produced in peripheral high-energy Au + Au collisions: the latter is larger than the former for lower collision energies and the difference decreases with increasing collision energy. In this work we show that a two-component source to model the collision region, consisting of a high density core and a lower density corona, can quantitatively describe the behavior of these polarizations as functions of the collision energy. The calculation makes use of the relaxation time that $s$-quarks and -antiquarks produced in the core take to align with the thermal vorticity during the life-time of the quark-gluon plasma phase. We show that, in spite of the fact that $s$-antiquarks (that hadronize into $\overline{\Lambda}$s) take longer to align their spins compared to $s$-quarks (that hadronize into $\Lambda$s), when combining this information with the larger abundance of $\Lambda$s compared to $\overline{\Lambda}$s in the corona, the polarization excitation function can be well described.

***Estado Sólido***
***Sala seis***

16:45 - 17:00 **Importancia de los defectos intrínsecos en el corrimiento descendente de fotones en titanatos dopados con $Yb^{3+}$** *Isela Padilla Rosales* (ipadilla@xanum.uam.mx), Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa; Federico González García(fgg@xanum.uam.mx), UAM-I; *Expositor.*
$TiO_2$ en sus fases anatasa y rutilo, $CaTiO_3$, $SrTiO_3$ y $Na_{0.5}Bi_{0.5}TiO_3$ dopados con $Yb$ se sintetizaron mediante técnicas de sol-gel y del complejo polimérico. Los polvos fueron calcinados a 800 °C y 1000 °C por 1 h y posteriormente caracterizados por difracción de rayos X (DRX), microscopía electrónica de barrido, espectroscopías de reflectancia difusa y fotoluminiscente. Los patrones de DRX muestran la presencia de las fases cristalinas esperadas para cada compuesto. En los espectros de reflectancia de todos los compuestos se observa una banda amplia de absorción por debajo de 425 $nm$ asociada a la transferencia de carga del tipo ligante-metal $O^{2-}\rightarrow Ti^{4+}$ (TCLM). Los espectros de excitación para todos los titanatos dopados con $Yb$ exhiben una banda ancha compatible con el estado de TCLM $O^{2-}\rightarrow$ $Ti^{4+}$, lo cual indica que hay una

transferencia de energía de la matriz al ion $Yb^{3+}$. Especialmente interesante resulta una banda de excitación en el espectro visible (416 $nm$) para la muestra de $CaTiO_3 : Yb^{3+}$. Esta banda proporciona evidencia sobre la importancia de los defectos intrínsecos en el proceso de transferencia de energía de la matriz al ion $Yb^{3+}$. Los espectros de emisión y reflectancia difusa en el rango visible y en el IR cercano, revelan la presencia de una superposición entre las bandas de emisión y la banda de absorción del $Yb^{3+}$, lo que explicaría en forma plausible que el proceso de transferencia de energía de la matriz al $Yb^{3+}$ está mediado por defectos intrínsecos de los titanatos. La intensidad integrada de la emisión del $Yb^{3+}$ para cada compuesto sigue el orden $I(Na_{0.5}Bi_{0.5}TiO_3) > I(CaTiO_3) > I(SrTiO_3) > I(TiO_2)$. Finalmente, se muestra que los titanatos pueden convertir luz, a través del corrimiento descendente de fotones, de la región UV-Vis (300 $nm-440$ $nm$) a la región del infrarrojo (980 $nm-$ 1000 $nm$) donde una celda solar fotovoltaica de silicio tiene su mayor respuesta espectral.

***Partículas y Campos***
***Sala cinco***

16:45 - 17:00 **Actualización de los sistemas de RPC en el LHC del CERN para la etapa de alta luminosidad** *Severiano Carpinteyro Bernardino* (severianocarpinteyro@gmail.com), Universidad Iberoamericana, Prolongación Paseo de Reforma 880, Lomas de Santa Fe, México, C.P. 01219, Ciudad de México.; Cecilia Uribe Estrada(ceciuri@gmail.com), Instituto de Ciencias de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Apartado Postal 1350, Puebla, Pue., México.; Salvador Carrillo Moreno(salvador.Carrillo@ibero.com), Universidad Iberoamericana, Prolongación Paseo de Reforma 880, Lomas de Santa Fe, México, C.P. 01219, Ciudad de México.; *Expositor.*
En la fase de alta luminosidad del Large Hadron Collider (HL-LHC) se espera que la luminosidad instantánea alcance un valor de 5 x 1034 cm-2 s-1, mientras que en un periodo de 10 años la luminosidad integrada será de 3000 fb-1. La fase de alta luminosidad presenta oportunidades de nuevos descubrimientos y medidas más precisas en física de altas energías, pero al mismo tiempo crea retos para los diferentes detectores debido al incremento en el número de colisiones. Las colaboraciones del Gran Colisionador de Hadrones (LHC), tales como ALICE, ATLAS y CMS, se preparan para una actualización que consiste en el reemplazo o en la mejora de sus sistemas de detección. En este trabajo se hace una descripción general de las actualizaciones que sufrirán los sistemas que contienen Resistive Plate Chambers (RPCs) de los principales experimentos en el LHC, asimismo se presentan algunas de las implicaciones de estas mejoras en la búsqueda de nueva física.

***Estado Sólido***
***Sala seis***

17:00 - 17:30 **Modelado y simulación computacional de nanoestructuras para su uso en energías renovables y en almacenamiento de energía.** *Alejandro Trejo Baños* (atrejoba@ipn.mx), Instituto Politécnico Nacional, ESIME Culhuacán, Av. Santa Ana 1000 C. P. 04440, CDMX, México; *Expositor.*
Las nanoestructuras semiconductoras han permitido sobrepasar los límites de tecnologías convencionales en distintos campos tecnológicos como en la microelectrónica y fotónica. Dichos avances han propiciado la adopción de la nanotecnología en distintos campos de estudio como la medicina y en particular la rama energética. Las estructuras nanoporosas y los nanoalambres semiconductores, por ejemplo, han sido identificados como materiales atractivos para el desarrollo de baterías de iones de litio, con capacidad de carga mucho mayor a las tecnologías actuales y sobrepasando limitaciones que tienen los semiconductores en bulto para esta clase de aplicaciones, como lo es la expansión volumétrica y la fractura del material anódico en la litiación y delitiación. Adicionalmente las nanoestructuras porosas y los nanoalambres semiconductores se han identificado como compuestos que pueden ayudar a incrementar la eficiencia de las celdas solares ayudando así al desarrollo de energías limpias renovables. En este trabajo se estudian, mediante un esquema a primeros principios utilizando la teoría de los funcionales de la densidad, las propiedades electrónicas, ópticas y vibracionales de distintas nanoestructuras semiconductoras, en especial silicio y germanio poroso para su posible aplicación en celdas solares y en baterías de iones de litio. Las estructuras porosas se modelan removiendo columnas de átomos en la dirección [001] de un cristal de Si o Ge en bulto. Los enlaces rotos de la superficie del poro se saturan con átomos de H y posteriormente son reemplazados con átomos de Li para poder observar los efectos de este último en las propiedades del Si y Ge poroso para su posible aplicación en baterías de iones de Litio. Los resultados muestran que a mayor Li en la superficie se disminuye la brecha prohibida de energía lo cual sugiere que aumenta la movilidad electrónica del material, lo cual es favorable para las baterías de iones de Litio. En cuanto a sus propiedades ópticas, ambos materiales, el Silicio y Germanio poroso mostraron una brecha prohibida de energía de carácter directo lo cual es favorable para su empleo en celdas solares.

***Partículas y Campos***
***Sala cinco***

17:00 - 17:15 **Charge Studies on Multigap Resistive Plate Chambers** *Manuel Alejandro Del Rio Viera* (alejandrodelrioviera@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Cecilia Uribe*

*Estrada(ceciuri@gmail.com), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; *Expositor.*
With demands for more precision both in HEP (High Energy Physics) and in industry, there is considerable research and development concerning precise time and position measurements from a variety of detectors.
Resistive Plate Chambers (RPCs) are fast gaseous detectors with high spatial and temporal resolution. They were conceived in 1981 and used to detect charged particles in HEP. Multigap Resistive Plate Chambers (MRPCs) were introduced later to improve the time resolution and they have been used as time-of-flight (TOF) detectors both in HEP and in medicine (PET).
RPCs consist of two parallel plates, a positively-charged anode and a negatively-charged cathode, both made of a very high resistivity plastic material and separated by a gas volume. When a charged particle enters the gas gap it can ionize the gas molecules to create electron-ion pairs. Due to the electric field, the ions travel towards the cathode and the electrons towards the anode, inducing signals on the pickup electrodes. The moving electrons are also subject to an avalanche process, which amplifies the signals. Ultimately, the acquired data provides information such as time-of-flight and position telling us where and when an event occurred. The higher pile-up (interactions per crossing) of future colliders, such as the High Luminosity Large Hadron Collider (HL-LHC), will present new challenges for tracking. Higher time resolution (on the order of a few tens of picoseconds), when added to spatial information, will permit 4-D tracking even in quite harsh environments.
The main goal of our R and D is to design and build MRPCs to improve their measurement capabilities. In this project the main task is to measure the total charge deposited in a 20 gap MRPC with 2 different gap sizes, which is a critical factor for a high rate environment.

***Partículas y Campos***
***Sala cinco***

17:15 - 17:30 **Earth tomography with atmospheric neutrino oscillations** *Juan Carlos D'Olivo Saez(dolivo@nucleares.unam.mx), Instituto de ciencias Nucleares, UNAM; José Arnulfo Herrera Lara* (fis_pp@ciencias.unam.mx), Instituto de ciencias Nucleares, UNAM; Oscar Alfredo Sampayo(sampayo@mdp.edu.ar), Universidad Nacional de Mar del Plata; Gabriel Zapata(zapatagabriel@hotmail.com), Universidad Nacional de Mar del Plata; Ismael Romero(ismaelromero_@hotmail.com), Universidad Nacional de Mar del Plata; *Expositor.*
The study of the flux of atmospheric neutrino crossing the Earth can provide use- ful information not only on the matter density of the different layers that make up the planet but also on their chemical composition. The key phenomenon that makes this possible is flavor oscillations and their dependence on the electron density along the neutrino baseline. To extract the relevant information, we simulate the energy and azimuth angle distribution of events produced in a generic neutrino telescope by atmospheric neutrinos passing through the deepest parts of the Earth. Changes in the densities of the outer core and the mantle are implemented by varying the location of the boundary between these layers so that the restrictions on the mass of and the moment of inertia of the Earth are both satisfied. This allows us to examine the effect of simultaneous changes in composition and density of the outer core, unlikely other works on the subject, where only one of hese quantities was varied.

***Estado Sólido***
***Sala seis***

17:30 - 17:45 **Longitud de penetración de los cupratos bajodopados $YBa_2Cu_3O_{6+x}$ usando la Relación de Rutgers mejorada** *Patricia Salas Casales* (patysalasc@fisica.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; Miguel Ángel Solís Atala(masolis@fisica.unam.mx), Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*
La determinación de la longitud de penetración $\lambda(T)$ del campo magnético en los superconductores de alta temperatura crítica representa un reto especial tanto experimental como teórico. Varios modelos han intentado predecir el comportamiento de la $\lambda(T)$, pero no reproducen los resultados experimentales, que provienen de varias técnicas independientes. En este trabajo combinamos el modelo Bosón-Fermión Multicapas de la superconductividad aplicado a los cupratos bajodopados [1,2] con las ecuaciones que llevan a la ecuación de Rutgers, para incluir los términos que comunmente se desprecian, y que relacionan la diferencia entre los calores específicos isobárico normal y superconductor con el campo crítico termodinámico y sus derivadas con respecto a la temperatura. Mostramos cómo las soluciones de dichas ecuaciones mejoran notoriamente las curvas de la $\lambda(T)$ y de la densidad superfluida comparados con los datos experimentales disponibles y nuestros resultados previos.
[1] P. Salas, M. Fortes, M.A. Solís and F. J. Sevilla, Physica C 524 37 (2016).
[2] P. Salas, M.A. Solís and M. Fortes, Int. J. Mod. Phys. B 31 1750100 (2017).
Agradecemos el apoyo recibido de los proyectos CONACyT 221030 y DGAPA- PAPIIT IN110319.

***Partículas y Campos***
***Sala cinco***

17:30 - 17:45 **Simulaciones de Monte Carlo para el propagador en la mecánica cuántica** *James Paul Edwards* (james.p.edwards@umich.mx), Instituto de Física y Matemáticas, Universidad Michoacana*

*de San Nicolás de Hidalgo; Christian Johannes Schubert Baumgartel(christianschubert137@gmail.com), Instituto de Física y Matemáticas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Anabel Maria Espinosa Trejo(gtema3613@gmail.com), Instituto de Física, Universidad Autónoma de San Luis Potosí; Thomai Tsiftsi(thomai.tsiftsi@gmail.com), Centro de Ciencias Matemáticas, Univesidad Nacional Autónoma de México; Axel Weber(axel.weber@umich.mx), Instituto de Física y Matemáticas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.*

Obtener el propagador de Feynman para un sistema cualquiera es un problema difícil: excepto para potenciales sencillos o los que gocen de simetrías especiales, es común que se desconoce su forma exacta. Aunque existen varios métodos aproximados, muchos de ellos se basan en técnicas perturbativas. Sin embargo, simulaciones numéricas ofrecen un marco alternativo y no perturbativo para el análisis del kernel tanto en la mecánica cuántica como en la teoría cuántica de campos.

En esta plática presentaré resultados recientes de la adaptación de un método llamado "worldline Monte Carlo" − anteriormente aplicado en la teoría cuántica de campos − para simulaciones en la mecánica cuántica. Explicaré un algoritmo del tipo Monte Carlo que genera trayectorias de partículas puntuales conforme una distribución Gaussiana en sus velocidades. Con estas trayectorias podemos estimar el propagador para un gran número de potenciales − incluso, por medio de una técnica que llamamos "*smoothing*," potenciales con singularidades

Los resultados obtenidos incluyen estimaciones del propagador para el potencial de Pöschl-Teller y el de Coulomb para un rango de valores del acoplamiento. Como ejemplo interesante el método fue aplicado al potencial de Yukawa para conseguir una nueva estimación del valor de su acoplamiento crítico. Además ha probado esclarecer como surge el límite clásico cuando $\hbar \to 0$, en el que las trayectorias clásicas vuelven dominantes en un sentido distribucional. El nuevo método de "smoothing" puede ser aplicado en la teoría cuántica de campos y discutiré algunas aplicaciones posibles a los problemas de la determinación de la acción efectiva y la energía de Casimir, entre otros.

***Estado Sólido***
***Sala seis***

17:45 - 18:00 **Modelo de Ising unidimensional imperfecto** *José Guillermo Martínez Herrera* (martinezguillermo@estudiantes.fisica.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Miguel Ángel Solís Atala(masolis@fisica.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

Estudiamos el Modelo de Ising unidimensional con constantes de interacción $J$ y $J'$ entre dos espines adyacentes. Usando el método de matriz de transferencia, obtuvimos expresiones analíticas para la función de partición del sistema con un número arbitrario de interacciones $J$ y $J'$ en términos de los polinomios de Dickson. Resolvimos el sistema con condiciones de frontera periódicas y de Dirichlet. Para el caso con condiciones de frontera periódicas, se mostró que el número de interacciones tipo $J$ y $J'$ sí influye en las propiedades del sistema pero la posición de los pares de espines con interacción $J$ y $J'$ no. Además, damos las fórmulas analíticas para la magnetización del sistema y mostramos que no existe magnetización espontánea a cualquier temperatura diferente de cero. Finalmente, recuperamos todas las expresiones bien conocidas para el caso $J = J'$.

***Partículas y Campos***
***Sala cinco***

17:45 - 18:00 **Implementación de Algoritmos Númericos para la Teoría de Redes** *Juan Carlos Avilés Sánchez* (juan.aviles@umich.mx), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Universidad Michoacana de San Nicoás de Hidalgo; Fernando Iguazú Ramírez Zavaleta(framirez@umich.mx), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Universidad Michoacana de San Nicoás de Hidalgo; Francisco Alberto Santoyo Valdez(francisco.santoyo@umich.mx), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Universidad Michoacana de San Nicoás de Hidalgo; Eduardo Salvador Tututi Hernández(tututi@umich.mx), Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Universidad Michoacana de San Nicoás de Hidalgo; *Expositor.*

La cromodinámica cuántica es la teoría que describe la fuerza fuerte, mantiene unidos a los quarks y gluones dentro de los hadrones. La teoría de QCD en la red (conocida en inglés como Lattice QCD) realiza la integral de camino de Feynman para la teoría cuántica de campos numéricamente, y es la única herramienta independiente del modelo para hacer predicciones sobre la teoría en el régimen no lineal a bajas energías. El objetivo de este trabajo es estudiar y elaborar algoritmos numéricos que nos permitan calcular los valores de expectación en el vacío de una observable (una vez que se haya escogido la acción discretizada en la red) en la teoría de campos que esta dado por una integral funcional la cual no se puede evaluar analíticamente, excepto para redes muy pequeñas. Una simulación de Monte Carlo aproxima la integral a través de un promedio del observable evaluado en N configuraciones distribuidas con una probabilidad $\propto \exp(-S[U_n])$.

***Estado Sólido***
***Sala dos***

8:30 - 9:00 **Order and disorder at bio-inorganic interfaces: the cases of ZnO binding peptides and FeOx(OH)y biomineralization** *Lucio Colombi Ciacchi* (colombi@hmi.uni-bremen.de), University of Bremen; *Expositor.*
When we ask ourselves what is the structure of polypeptide/crystal interfaces in the context of either materials recognition by oligopeptides or of protein-controlled mineralization, we may have in mind a rather static picture with atoms occupying ordered positions, as obtained for instance by diffraction experiments. However, on the one hand biomineralization often proceeds via the initial formation of disordered inorganic precursors, which are converted to crystalline phases only at a later stage. On the other hand, peptides that recognise and bind specifically to crystalline oxide facets mostly present a disordered ensemble of secondary structures. This makes a characterization of the atomic-level details of such interfaces very challenging both for experiments and for simulations. In this talk I will present results of our investigations into the precipitation of FeOx(OH)y, as induced for instance by ferritin proteins, and into ZnO-binding peptides interacting with ZnO crystals in liquid environments. Our goal is to attempt to find ordered patterns within the disordered structures and conformational ensembles by a combination of all-atom molecular dynamics simulation with atomic-force microscopy and circular dichroism spectroscopy.

***Estado Sólido***
***Sala dos***

8:30 - 9:00 **Transición metal-aislante en materiales con estructura de doble perovskita** *Oracio Navarro* (navarro@unam.mx), Unidad Morelia del Instituto de Investigaciones en Materiales, UNAM; *Expositor.*
Uno de los materiales mas prometedores para aplicaciones en dispositivos espintrónicos, son sin duda las dobles perovskitas medio-metálicas, en particular, la doble perovskita ferromagnética Sr2FeMoO6 que tiene una alta temperatura de Curie, temperatura ambiente. Algo sobresaliente en este tipo de compuestos es que, al doparlos con Re, crece la temperatura de Curie y se refuerza su carácter ferromagnético, sin embargo, al doparlos con W, ocurre una transición metal-aislante que lo convierte en un aislante anti-ferromagnético. En este trabajo se hace un análisis de este tipo de sistemas, tomando en cuenta la fuerte correlación electrónica del compuesto y usando el formalismo de las funciones de Green y el campo medio dinámico. Los resultados muestran las propiedades electrónicas y magnéticas del sistema, además de un valor critico del dopaje para la transición.

***Física Estadística y Termodinámica***
***Sala uno***

8:30 - 9:00 **Codificación y Decodificación de Secuencias Genéticas** *José Luis Del Río Correa* (jlrc@xanum.uam.mx), Universidad Autonoma Metropolitana Iztapalapa; *Expositor.*
Se propone una modificación al Juego del Caos de Jeffrey que permite la codificación de una secuencia genómica (SG) por tres números enteros: N longitud de la SG, y las coordenadas enteras del punto asociado al último nucleótido de la SG. Debido al número tan grande de nucleótidos de la SG, en la práctica se requieren 3(1+N mod Nmax) enteros, siendo Nmax el número máximo de nucleótidos que permitan una codificación y decodificación adecuada de las coordenadas de los puntos asociados a la SG.

***Información Cuántica***
***Sala tres***

8:30 - 9:00 **Óptica cuántica inteligente: Identificación de fuentes de luz usando redes neuronales artificiales** *Roberto De Jesús León Montiel* (roberto.leon@nucleares.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*
La detección e identificación de los diferentes tipos de fuentes de luz que nos rodea ha jugado un papel importante en el desarrollo de tecnologías fotónicas importantes como la detección y alcance de la luz (o LiDAR por sus siglas en ingles), el sensado remoto y la microscopía. En general, la identificación de señales de luz tan diversas como la luz solar, la radiación laser o la fluorescencia de una molécula, depende fuertemente de nuestra capacidad para reconstruir su estadística fotónica. Aun cuando en la actualidad este procedimiento es posible realizarlo en el laboratorio, requiere de un número muy grande (millones o decenas de millones) de mediciones, particularmente en sistemas ópticos de baja iluminación, por lo que su implementación realista en tecnologías emergentes se encuentra muy limitada.
En esta charla, presentaré una tecnología cuántica inteligente desarrollada en mi grupo de investigación, en colaboración con la Universidad Estatal de Louisiana (LSU), que reduce drásticamente el número de mediciones necesarias para la correcta identificación de fuentes de luz

en el régimen de iluminación débil. En particular, usando la capacidad de auto-aprendizaje de neuronas artificiales, logramos reducir, a unas cuantas decenas, el número de mediciones necesarias para la correcta discriminación entre fuentes de luz coherente y termal. Esta nueva tecnología podría tener un gran impacto en la microscopia óptica, al reducir el tiempo en el que una muestra química o biológica está expuesta a la luz o en la criptografía cuántica, al reducir el número de mediciones necesarias para la generación de claves en la encriptación cuántica de mensajes importantes.

***Óptica***
***Sala cuatro***

8:30 - 9:00 **Un vistazo a la Óptica Cuántica** *Cinthia Huerta Alderete(aldehuer@umd.edu), Joint Quantum Institute; Benjamín Raziel Jaramillo Ávila(bmlara@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; Félix Humberto Maldonado Villamizar(bmlara@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; Blas Manuel Rodríguez Lara* (bmlara@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; *Expositor.*
La historia de la óptica cuántica está llena de grandes saltos que cambiaron la forma en que vemos y hacemos física. Nace en el seno de la óptica con la idea de corpúsculos de luz y se nutre con las ideas de termodinámica y la mecánica cuántica gracias a los estudios sobre la radiación de cuerpo negro y los cuantos de energía. El estudio de la interacción de la luz con electrones nos muestra el camino hacia la electrodinámica cuántica que permite la consolidación de la óptica cuántica gracias a la detallada descripción de los fenómenos ópticos. Los resultados experimentales traen la teoría a los laboratorios con el láser y la emisión de un solo fotón. Esto abre las puertas para el despliegue de las herramientas teóricas y experimentales que permiten el nacimiento de la fotónica, la óptica atómica y la información cuántica que están cambiando de manera vertiginosa nuestra idea de tecnología. En esta charla presentaremos un vistazo al pasado y presente de la óptica cuántica para intentar vislumbrar los futuros posibles.

***Partículas y Campos***
***Sala cinco***

8:30 - 9:00 **Física en la frontera de la intensidad en el experimento Belle II** *Marcela García Hernández* (salvador.carrillo@ibero.mx), Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, Instituto Politécnico Nacional; *Expositor.*
El Modelo estándar es la teoría que mejor describe el comportamiento de las partículas elementales, sin embargo, aún existen misterios sin resolver, por ello, el experimento Belle II está diseñado para buscar nueva física en la frontera de la intensidad. Belle II es conocida por ser una fábrica de mesones B, sin embargo, produce aproximadamente la misma cantidad de leptones tau. El grupo de Cinvestav colabora actualmente en el estudio de los leptones tau en Belle II, realizando mediciones de las propiedades de este lepton, así como decaimientos de violación de sabor leptónico que se explican en teorías más allá del modelo estándar.

***Estado Sólido***
***Sala dos***

9:00 - 9:15 **Estructura electrónica de un perfil tipo laser cuántico de cascada en una heteroestructura de AlGaAs/GaAs.** *Juan Carlos Martínez Orozco(jcmartinez@uaz.edu.mx), Universidad Autonoma de Zacatecas; Karla Arely Rodríguez Magdaleno(karelyrod@uaz.edu.mx), Universidad Autonoma de Zacatecas; Leslie Yossia Valadez Lorena* (lesvaladez@hotmail.com), Universidad Autonoma de Zacatecas; Mustafa Kemal Bahar(mussiv58@gmail.com), Cumhuriyet University; Fatih Ungan(fungan@cumhuriyet.ed.tr), Cumhuriyet University; *Expositor.*
Recientemente se han reportado estructuras basadas en pozos cuánticos triples en AlGaAs/GaAs como elementos básicos de un laser cuántico de cascada que opera en el rango de los terahertz (Appl. Phys. Lett. 115, 010601 (2019); doi: 10.1063/1.5110305) a altas temperaturas, así como también pozos cuánticos dobles asimétricos con el mismo fin (Sci. Rep. 9, 9446 (2019); doi: 10.1038/s41598-019-45957-8) donde se concluye que la asimetría ayuda a mejorar los dispositivos. Esto demuestra la vigencia de los estudios en heteroestructuras basadas en AlGaAs/GaAs por lo que en este trabajo nos enfocamos en realizar el cálculo de la estructura electrónica de pozos dobles y triples, como los reportados en las referencias mencionadas, con efecto de campo eléctrico trabajando en la aproximación de masa efectiva en la aproximación parabólica. El objetivo es hacer un estudio sistemático de la configuración de anchos y altos de barreras en un rango de valores de campo eléctrico, reproduciendo los resultados de los autores y reportando además que las energías que se obtienen efectivamente están en el rango de los THz. Este trabajo inicial podría dar la posibilidad de estudiar algunas propiedades ópticas en este tipo de sistemas. Agradecimientos al proyecto SEP-CONACyT A1-S-8842.

***Física Estadística y Termodinámica***
***Sala uno***

9:00 - 9:15 **Fluctuaciones Gigantes de la Densidad en un sistema de partículas activas que se mueven en una dimensión** *Gabriel Alfonso Carranco Sapiéns* (carranco.sga@ciencias.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Brandón Saúl Gómez Bravo(brandongobra@ciencias.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Sebastián*

*Alvarado Pérez(sebastiao239@ciencias.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Brandon Alejandro Reyes Ferrer(brandonreyes@ciencias.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Francisco Javier Sevilla Pérez(fjsevilla@fisica.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

Se considera un sistema de partículas activas (run-and-tumble) rígidas, puntuales e impenetrables que se mueven en un intervalo finito en una dimensión y sujetas a fluctuaciones térmicas. La razón entre el coeficiente de difusión debido al ruido térmico y el coeficiente de difusión debido a las fluctuaciones del movimiento activo, así como la razón de la longitud de persistencia que caracteriza al movimiento activo y la distancia promedio entre partículas (densidad media adimensionalizada), son los dos parámetros que caracterizan los patrones colectivos del sistema. Se presenta un análisis del escalamiento, a modo de ley de potencias, entre el promedio de partículas en una longitud dada y sus correspondiente desviación estándar como función de los dos parámetros. El exponente obtenido, que caracteriza la presencia de Fluctuaciones Gigantes de la Densidad dependientes de éste par de parámetros, revela los efectos intrínsecos de no equilibrio del movimiento activo.

Se agradece a DGAPA-PAPIIT-UNAM IN110120.

***Información Cuántica***
***Sala tres***

9:00 - 9:15 **"Efectos topológicos en sistemas de pocos niveles y el QGT"** *José Luis Lucio Martínez* (jllucio@ugto.mx), Universidad de Guanajuato; *Expositor.*

Átomos y sistemas fotónicos permiten la realización experimental de sistemas de pocos niveles (2-4), del estudio de fenómenos cuánticos y en ese contexto de efectos topológicos. Por otra parte, el QGT (quantum geometric tensor) se construye partiendo de la fase geométrica por lo que la maquinaria de las teorías de norma se vuelve relevante. Los campos de norma se clasifican usando para ello el número de Chern, el cual en el contexto de sistemas de pocos niveles se relaciona a la degeneración de los estados involucrados. De esa forma se pueden simular aspectos de teorías de norma y en especial monopolos magnéticos de diferente tipo (Dirac, Yang, ´t Hooft-Polyakov).

En este trabajo se considera la forma en que se podrían implementar experimentalmente el monopolo de ´t Hooft-Polyakov y el papel que puede jugar el QGT para extraer información de las características topológicas.

***Óptica***
***Sala cuatro***

9:00 - 9:15 **Respuesta óptica de un híbrido aislante topológico -punto cuántico interactuando con un campo eléctrico de prueba** *Leonardo Andrés Castro Enríquez* (lacastroe8@gmail.com), Instituto de Física. Universidad Nacional Autónoma de México; José Alberto Martín Ruiz(alberto.martin@nucleares.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares. Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

En este trabajo se estudia la interacción de un híbrido aislante topológico - punto cuántico sometidos a un campo eléctrico externo. La respuesta electromagnética del aislante topológico es derivada a partir de la electrodinámica axiónica en la aproximación cuasiestática. Los modos localizados son cuantizados en términos de operadores bosónicos, los cuales se acoplan dipolarmente al punto cuántico. De esta manera, el sistema es modelado como un sistema de dos niveles interactuando con un modo bosónico simple, en donde el factor de acoplamiento contiene la información de la topología no trivial del aislante. En nuestro modelo teórico, la interacción del híbrido con el entorno es incluída mediante el acoplamiento con un reservorio contínuo de modos radiativos y un reservorio de modos fonónicos. En particular, utilizamos el método de las funciones de Green-Zubarev para derivar una expresión para la absorción óptica del sistema. Finalmente, aplicamos nuestros resultados a un sistema realista el cual consiste de una nanoesfera de aislante topológico hecha de $TlBiSe_2$ interactuando con un punto cuántico de CdSe, ambos inmersos en una capa de polimetacrilato de metilo. El espectro de absorción óptico exhibe resonancias de Fano con un ancho de línea que depende fuertemente de la polarización del campo eléctrico y de la polarizabilidad magnetoeléctrica topológica $\theta$. Nuestros resultados también pueden ser aplicados a materiales magnetoeléctricos no topológicos tales como el $Cr_2O_3$.

***Partículas y Campos***
***Sala cinco***

9:00 - 9:15 **Neutrino oscillations as many-particle induced interference between distinguishable particles** *Alejandro Cabo Montes De Oca* (alejcabo@gmail.com), Instituto de Cibernética Matemática y Física; Nana Geraldine Cabo Bizet(nana@fisica.ugto.mx), Universidad de Guanajuato; *Expositor.*

We investigate the causes of the curious property of neutrino oscillations of looking as an interference between fully distinguishable particles. The sources of this effect are identified as to be determined by the many particle nature of space of states of the quantum field theory. It is firstly underlined that in order to explain the observed oscillations, the neutrino subspace of states should not be interpreted as the direct product of the three neutrinos Fock spaces, which is equivalent to imposing a superselection rule. Further, it is argued that the linear completion of such a direct product space of states permits to describe the measured oscillations. Thus, the space of states of te Standard Model (SM)

should be interpreted as the linear completion of the direct product of all the Fock spaces (boson or fermions ones) associated to the distinguishable particles. Then, it follows that the neutrino oscillations are determined as interference between independent particles, which are generated by states being outside the direct product of the neutrino Fock spaces. This interpretation seems to imply a large amount of interference observations between distinguishable particles in Particle as well as in Condensed Matter Physics. For seeking clearness, the discussion is done in the framework of a simple Quantum Field Theory (QFT) model of two relativistic free massive neutrinos.

***Estado Sólido***
***Sala dos***

9:15 - 9:30 **Estudio teórico sobre los efectos del Li y Na en las propiedades electrónicas del silicio poroso utilizado como material anódico en baterías recargables** *Israel González Cortés* (israel.ipn.esime@gmail.com), Instituto Politécnico Nacional; Alejandro Trejo Baños(alejandtb13@gmail.com), Instituto Politécnico Nacional; Fernando Salazar Posadas(fsalazar.posadas@gmail.com), Instituto Politécnico Nacional; Álvaro Miranda Durán(amirandad.ipn@gmail.com), Instituto Politécnico Nacional; Miguel Cruz Irisson(irisson.ipn@gmail.com), Instituto Politécnico Nacional; *Expositor.*
La batería de iones de litio es la fuente de energía más popular utilizada en dispositivos móviles, sin embargo, la dificultad para aumentar su capacidad de almacenamiento (debido a su ánodo de grafito) motivó la aparición de numerosos estudios sobre sofisticados materiales anódicos semiconductores. En este sentido, el silicio poroso (pSi) ha sido una interesante opción ya que su considerable área superficial de hasta 500 m2/cm3 podría utilizarse para aumentar su capacidad de almacenamiento [1]. Por otro lado, el reemplazo de litio con otros metales más baratos y abundantes representa otro desafío interesante en el refinamiento de esta batería [2]. Motivado por estas evidencias, en este trabajo se desarrolla un estudio comparativo de los efectos del sodio y el litio sobre las propiedades electrónicas del pSi. Utilizamos la teoría funcional de la densidad (DFT), la aproximación de gradiente generalizada (GGA) y el esquema de superceldas para comparar los efectos del litio y el sodio intersticiales y sustitucionales. Las estructuras porosas se modelan eliminando columnas de átomos de un cristal de Si perfecto en la dirección [001], donde todos los enlaces colgantes se pasivan con hidrógeno [3]. En una primera aproximación, algunos átomos de hidrógeno de la superficie se reemplazan con átomos de litio; en un segundo enfoque, insertamos átomos de litio en posiciones intersticiales. Realizamos el mismo análisis en pSi con átomos de sodio. Los resultados muestran que el Li intersticial siempre induce un comportamiento metálico del pSi, mientras que el Li sustitucional tiende a disminuir la brecha de energía prohibida dependiendo de su ubicación y del grado de amorfización que el Li genera sobre la retícula de silicio. Por otro lado, el sodio induce un comportamiento semiconductor y una pronunciada deformación en casi todas las estructuras porosas modeladas. Los resultados obtenidos en esta investigación podrían ser importantes en el análisis de compatibilidad entre metales alcalinos y pSi, así como en el desarrollo de materiales anódicos de nueva generación para baterías recargables. Referencias [1] Bisi, O., S. Ossicini, and L. Pavesi, Porous silicon: a quantum sponge structure for silicon based optoelectronics. Surface science reports, 2000. 38(1): p. 1-126 [2] You, Y., and Manthiram, A. (2018). Progress in High-Voltage Cathode Materials for Rechargeable Sodium-Ion Batteries. AdvancedEnergyMaterials, 8(2), 1701785. [3] González, I., Sosa, A. N., Trejo, A., Calvino, M., Miranda, A., and Cruz-Irisson, M. (2018). Lithium effect on the electronic properties of porous silicon for energy storage applications: a DFT study. Dalton Transactions, 47(22), 7505-7514.

***Física Estadística y Termodinámica***
***Sala uno***

9:15 - 9:30 **Utilidad del enfoque de la ecuación de estado para el calculo de tensiones interfaciales en superficies sólidas rugosas** *Gregorio Sánchez Balderas* (gbalderas@ifisica.uaslp.mx), Universidad Autónoma de San Luis Potosí; Juan De Dios Hernández Velázquez(juanddiosh@gmail.com), Universidad Autónoma de Nuevo León; José Elías Pérez López(elias@ifisica.uaslp.mx), Universidad Autónoma de San Luis Potosí; *Expositor.*
Utilizamos la ecuación de estado (EQS) para calcular la magnitud de la tensión superficial $\gamma_{sv}$ de superficies rugosas de poliestireno, cuya rugosidad fue modulada mediante la técnica de separación de fases y caracterizada con microscopía de fuerza atómica (AFM). Para calcular la $\gamma_{sv}$ evaluamos los ángulos de contacto de dimetilformamida (DMF), dimetilsulfóxido (DMSO), etilenglicol (EG), diiodometano (DM), glicerol (G) y agua (W). El uso de líquidos de alta y baja polaridad revela la dependencia de las interacciones polares entre el sólido y el líquido usados, lo que sugiere el tipo de sistemas donde es aplicable la ecuación de estado. La tensión superficial $\gamma_{sv}$ calculada con los líquidos de alta polaridad aparentemente decrementa sistemáticamente con el incremento de la rugosidad superficial, por lo que postulamos el uso de la tensión superficial efectiva $\gamma_{sv}$ ' [1], con base en este valor es calculada la tensión interfacial efectiva $\gamma_{sl}$ ', cuyos valores incrementan a razón del decremento de $\gamma_{sv}$ '.
[1] G. Sánchez-Balderas, E. Pérez, Applied Physics A 126(1), 20 (2020).

***Información Cuántica***
***Sala tres***

9:15 - 9:30 **Simetría PT en la dinámica de Lindblad en sistemas optomecánicos** *Blas Manuel Rodríguez Lara(bmlara@tec.mx), Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey; Roberto De Jesús León Montiel(roberto.leon@nucleares.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Christian Ventura Velázquez(veve8888@gmail.com), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; Benjamín Raziel Jaramillo Ávila* (jaramillo@inaoep.mx), Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; *Expositor.*
Nuestro análisis se centra en un sistema optomecánico linealizado y acoplado a sus alrededores. La transferencia de estados entre la cavidad óptica y el resonador mecánico produce la dinámica efectiva de un convertidor de frecuencia con pérdidas. Al restringirnos al subespacio sin pérdidas mostramos que la transición entre el régimen de acoplamiento fuerte, con hibridación de modos, al régimen de acoplamiento débil, con dinámica aportiguada, es una señal del rompimiento de una simetría pasiva de PT. Para esto, comparamos la evolución temporal del sistema bajo la dinámica cuántica del sistema acoplado a sus alrededores con la evolución bajo la dinámica de un Hamiltoniano no Hermitico.

***Óptica***
***Sala cuatro***

9:15 - 9:30 **PLASMONES SUPERFICIALES TE EN GRAFENO** *David Ariza-Flores(david1cool@gmail.com), ICO-UASLP; Jesús Madrigal Melchor(jmadrim@uaz.edu.mx), Universidad Autónoma de Zacatecas; José Alonso López Miranda(alonso.lopez@uaq.mx), Universidad Autónoma de Queretaro; Arsenio Sanchez Arellano(27802011@uaz.edu.mx), Universidad Autónoma de Zacatecas; Fátima Dueñas Artega(fatystarblack@gmail.com), Universidad Autónoma de Zacatecas; Ireri Aydee Sustaita Torres(ireri.sustaita@uaz.edu.mx), Universidad Autónoma de Zacatecas; José Samuel Perez Huerta* (jsperez@uaz.edu.mx), Universidad Autónoma de Zacatecas; *Expositor.*
Los plasmones son oscilaciones de carga eléctrica debida a portadores que se puede desplazar dentro de un medio como los metales. Cerca de una superficie metálica, dichas oscilaciones se producen acopladas con campo electromagnético evanescente. Sin embargo, las interfaces metales con dieléctricos solamente permiten la propagación de modos superficiales transversales magnéticos, donde el campo magnético es paralelo a la superficie del metal.
Por otro lado, el grafeno es un material bidimensional, de ancho de un átomo de espesor y red hexagonal de carbonos, el cual tiene propiedades físicas notables. Un aspecto que ha llamado la atención es su capacidad de soportar plasmones superficiales.
En este trabajo se abordan aspectos de la existencia de plasmones en sistemas de grafeno. En particular, se analiza la existencia de los modos plasmónicos TE en grafeno, donde el campo eléctrico es paralelo a la lámina de grafeno, los cuales no son posibles en metales típicos, pero sí en materiales izquierdos (LHM). Finalmente se presenta la relación de dispersión del modo superficial TE para dos láminas de grafeno y se da una alternativa para su detección experimental.

***Partículas y Campos***
***Sala cinco***

9:15 - 9:30 **Análisis estadístico de datos del experimento Daya Bay; estimación de los parámetros $\Delta m^2_{ee}$ y sen$^2 2\theta_{13}$ .** *Jorge García Bello* (fisjorge@live.com), Institutlo Politécnico Nacional; Benito Vargas Perez(fis.vargas.perez@gmail.com), Institutlo Politécnico Nacional; Jesús Escamilla Roa(jesus.escamilla.roa@gmail.com), Institutlo Politécnico Nacional; Dionisio Tun Molina(dtun@outlook.com), Institutlo Politécnico Nacional; José Juan Peña Gil(jjpg@correo.azc.uam.mx), UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA; Carlos López Lima(carlosomega40@gmail.com), Institutlo Politécnico Nacional; Karla Yolanda Gordillo Rivas(e_pi_ypsi@hotmail.com), Institutlo Politécnico Nacional; Jesús García Ravelo(g.ravelo@hotmail.com), Institutlo Politécnico Nacional; *Expositor.*
En el modelo estándar de partículas elementales, los neutrinos son leptones sin masa. Sin embargo, su sabor leptónico oscila mientras se propagan. Este hecho advierte la presencia de una pequeña masa para los neutrinos. Tales transiciones de sabor son descritas mediante la matriz de MNSP, la cual contiene entre otros, a los parámetros $\Delta m^2_{ee}$ y sen$^2 2\theta_{13}$. En este trabajo, estos parámetros son estimados a través de los datos del experimento Daya Bay, mediante un análisis estadístico rate + shape. A partir del análisis realizado, otros estudios sobre las oscilaciones de neutrinos pueden ser emprendidos.

***Estado Sólido***
***Sala dos***

10:00 - 10:30 **Un nuevo tipo de campo magnético efectivo inducido por deformaciones en el grafeno.** *Maurice Oliva Leyva* (mauriceoliva.cu@gmail.com), Cinvestav-IPN; *Expositor.*
Producto de deformaciones no uniformes de la estructura cristalina del grafeno sus electrones pueden experimentar un campo pseudomagnético. Este hecho ha abierto la posibilidad de explorar en el grafeno desde efecto Hall cuántico hasta superconductividad, aún en ausencia de un campo magnético externo aplicado. Adicionalmente a tal campo pseudomagnético, las deformaciones no uniformes

inducen en el grafeno una velocidad de Fermi anisotrópica e inhomogénea, es decir, dependiente de la dirección y la posición.
En esta plática se demuestra cómo producto de una velocidad de Fermi anisotrópica e inhomogénea, los electrones en el grafeno pueden experimentar un nuevo tipo de campo magnético efectivo, el cual es proporcional al momentum de los electrones. Como consecuencia, las cuasipartículas tienen, bajo ciertos campos de deformaciones, una relación de dispersión electrónica sublineal. Además, se discutirán las consecuencias de una velocidad de Fermi anisotrópica e inhomogénea sobre el tunelaje de Klein a través de barreras pseudomagnéticas en grafeno. Finalmente, se presenta una extensión de los efectos asociados a una velocidad de Fermi anisotrópica e inhomogénea en el grafeno a los semimetales de Dirac y/o Weyl.

***Física Estadística y Termodinámica***
***Sala uno***

10:00 - 10:30 **Deducción termodinámica de la hipótesis de escalamiento del punto crítico.** *Víctor Romero Rochín* (romero@fisica.unam.mx), IF UNAM; *Expositor.*
En 1965 Widom introdujo la hipótesis de escalamiento de los fenómenos críticos, que predice que los exponentes críticos obedecen ciertas igualdades. Esta hipótesis fue la puerta al estudio moderno de los fenómenos críticos, el cual a su vez fue el inicio de la disciplina de los sistemas complejos. La hipótesis de escalamiento fue validada con el grupo de renormalización, una complicada técnica que requiere del uso de la física estadística. En esta charla mostraremos que, contrario a lo que se creyó en los últimos 55 años, la "hipótesis" de escalamiento no es tal, es una consecuencia directa de las leyes de la termodinámica, sin necesidad de apelar al grupo de renormalización, ni a la física estadística.

***Información Cuántica***
***Sala tres***

10:00 - 10:30 **Correlaciones cuánticas no locales generadas por medio de una interacción no lineal** *Laura E. C. Rosales Zárate* (laura@cio.mx), Centro de Investigaciones en Óptica, A. C.; *Expositor.*
Enredamiento y direccionamiento de Einstein-Podolsky Rosen (EPR steering en inglés) son dos de las correlaciones cuánticas no locales que no tienen análogo clásico, y que además son recursos importantes para posibles aplicaciones tecnológicas tanto en información cuántica como en óptica cuántica. Por lo tanto, es importante investigar cómo es posible la certificación de estas correlaciones cuánticas así como su cuantificación. Una característica que tiene el direccionamiento EPR es la asimetría, mientras que el enredamiento es simétrico. Si se considera el caso del enredamiento tripartita, dos preguntas relevantes que se pueden hacer son: ¿Qué método o dispositivo me permite generar tanto enredamiento tripartita como direccionamiento EPR? ¿En qué casos es posible certificar estas correlaciones no locales? Esta plática se centrara en responder estas preguntas, con este fin se discutirá una propuesta de un proceso no lineal de tercer orden. Se identifican los casos en los que el enredamiento tripartita y bipartita está presente, así como los casos donde se presenta el direccionamiento EPR.

***Óptica***
***Sala cuatro***

10:00 - 10:30 **Ordered nanoprism arrays for nonlinear optics** *Raúl Rangel-Rojo* (rrangel@cicese.mx), Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada; Karen Yahaira Raygoza Sáchez(rrangel@cicese.mx), Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada; Israel Rocha Mendoza(irocha@cicese.mx), Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada; Tiziana Cesca(tiziana.cesca@unipd.it), Dipartimento di Fisica e Astronomia "Galileo Galilei", Università degli Studi di Padova; B. Kalinic(tiziana.cesca@unipd.it), Dipartimento di Fisica e Astronomia "Galileo Galilei", Università degli Studi di Padova; N. Michieli(tiziana.cesca@unipd.it), Dipartimento di Fisica e Astronomia "Galileo Galilei", Università degli Studi di Padova; G. Mattei(tiziana.cesca@unipd.it), Dipartimento di Fisica e Astronomia "Galileo Galilei", Università degli Studi di Padova; *Expositor.*
Nanostructured materials present the possibility of tailoring their properties, specifically their linear and nonlinear optical properties, by manipulation of their structure, composition and geometry. For optical purposes in particular, ordered nanoparticles arrays present the possibility of coherent addition of the optical effects produced by each nanoelement, and thus an enhanced nonlinear response. For the case of metallic nanoparticles, this can be further enhanced by the field concentration produced at interfaces by the surface plasmon resonances. This also makes them good candidates among other thing, for enhanced sensing applications, such as enhanced Raman scattering. In this work we present a comprehensive study of the third order nonlinear properties of a metasurface consisting of a hexagonal array of triangular gold nanoprisms, produced by nanosphere lithography. Both nonlinear absorption and refraction were studied using fs pulses, including the electronic and thermal contributions to the nonlinear response. A study of the dynamics of the response is also presented, showing the ultrafast nature of the response.

***Partículas y Campos***
***Sala cinco***

10:00 - 10:15 **Propagador fermiónico revestido con N fotones dentro del formalismo Worldline** *Victor Miguel Banda Guzman* (victor.banda@umich.mx), Instituto de Física y Matemáticas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; James Paul Edwards(james.p.edwards@umich.mx), Instituto de Física y Matemáticas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Christian Johannes Schubert Baumgartel(christian.schubert@umich.mx), Instituto de Física y Matemáticas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.*

El formalismo estándar de teoría cuántica de campos para calcular la matriz S de dispersión fue desarrollado aproximadamente 70 años atrás, impulsado principalmente por los trabajos de Richard Feynman. Este formalismo se basa en integrales de trayectorias sobre configuraciones de campos cuánticos, el cual puede ser expresado de manera perturbativa mediante diagramas de Feynman. A pesar de los éxitos que ha tenido este formalismo, los cálculos para procesos con varias partículas, tanto reales como virtuales, se pueden tornar bastante complicados. Un formalismo alternativo, que ha mostrado de forma reciente varias ventajas respecto al estándar, es el formalismo Wordline. Este formalismo se basa en integrales de trayectorias en primera cuantización de partículas relativistas. En esta plática se presentará el propagador de una partícula fermiónica bajo la interacción de N fotones dentro del formalismo Worldline, mencionando sus principales ventajas computacionales comparado con el formalismo estándar de diagramas de Feynman.

***Partículas y Campos***
***Sala cinco***

10:15 - 10:30 **Transformaciones de norma de funciones de Green en electrodinámica cuántica** *James Paul Edwards(jedwards@ifm.umich.mx), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Christian Johannes Schubert Baumgartel(christian.schubert@umich.mx), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Naser Ahmadiniaz(n.ahmadiniaz@hzdr.de), Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf; José De Jesús Nicasio Hidalgo* (jose.nicasio@umich.mx), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; *Expositor.*

Las transformaciones Landau-Khalatnikov-Fradkin (LKF) son transformaciones que sirven para relacionar funciones de Green en diferentes normas covariantes, en el espacio de configuración. Son transformaciones no perturbativas, por lo que, partiendo de una función a un orden dado en la teoría de perturbación, se puede obtener información a órdenes mayores. En este trabajo, en el cual se aplica el formalismo conocido como "línea de mundo", se hace una revisión de la deducción en la electrodinámica cuántica (EDC) escalar de la generalización de las transformaciones LKF en D dimensiones, aplicadas ahora a las funciones de n-puntos, y se hace un análisis análogo para la deducción de las transformaciones en EDC spinorial, resultando la misma transformación en ambas teorías, analizadas sólo como teorías de norma. Además, dada la transformación LKF generalizada, se trabaja en una aplicación perturbativa para inferir ciertas contribuciones a un proceso a órdenes más altos.

***Estado Sólido***
***Sala dos***

10:30 - 10:45 **Densidad de superfluidez superconductora a partir de la teoría del cruce BCS-Bose ampliada con pares de Cooper de huecos** *Israel Chávez Villalpando* (israelito@ciencias.unam.mx), Instituto de Investigaciones en Materiales - UNAM; Marcela Dolores Grether González(mdgg@ciencias.unam.mx), Universidad Autónoma Metropolitana, División de Ciencias Basicas; Manuel De Llano De La Garza(dellano@unam.mx), Instituto de Física UNAM; *Expositor.*

Calculamos la densidad de superfluidez ns(T) en un superconductor (SC) con la teoría generalizada de la condensación de Bose-Einstein [1-3] (GBEC en inglés) que aborda una mezcla ternaria de gases de bosones y fermiones (BF), esta mezcla consiste de electrones (fermiónicos) desligados, pares de Cooper de electrones (2eCPs) y explícitamente pares de Cooper de huecos (2hCPs) ambos bosónicos. En GBEC están contenidas como casos especiales: la teoría BCS, tomando el caso de una mezcla 50%-50% entre 2eCPs y 2hCPs; la teoría BEC ordinaria si se toma solamente el caso de 2eCPs; y así como la teoría del cruce (crossover en inglés) BCS-Bose ampliada [4] con 2hCPs. En el crossover ampliado, la densidad de la superfluidez se define como ns(T) n − nf (T) donde n es la densidad de número total de electrones y nf(T) la de electrones desligados. Tomando el caso de acoplamiento débil, e.g., cuando n/nf (T = 0) n/nf = 1, en donde todos los electrones están desligados o bien "correlacionados" como en la teoría BCS, ns(Tc) concuerda con los resultados reportados por Uemura et al. [5] para superconductores elementales, mientras que si tomamos solo a los 2eCPs los resultados están muy por debajo de los datos. Tomando solo 2eCPs, en el caso de acoplamiento fuerte, e.g., n/nf $\rightarrow \infty$, ó nf (0) $\rightarrow$ 0 implicando que todos los electrones se han bosonizado a 2eCPs. Esto da el comportamiento lineal de la temperatura crítica Tc vs ns(0) reportado por Božović et al. [6]. Por último, ns(T)/ns(0) se compara con datos de varios superconductores cupratos de alta Tc mostrándose así que la mezcla ternaria BF describe adecuadamente los datos empíricos.

Referencias V.V. Tolmachev, Phys. Lett. A 266, 400 (2000) M. de Llano, V.V. Tolmachev, Physica A 317, 546; Ukr. Phys. J. 55, 79 (2010) M. Grether, M. de Llano, V.V. Tolmachev, Int. J. Quant. Chem. 112, 3018 (2012)

I. Chávez, L.A. García, M. Grether, M. de Llano, Int. J. Mod. Phys. B 31, 1745013 (2017); I. Chávez, L.A. García, M. Grether, M. de Llano, V.V. Tolmachev, J. Supercond. Nov. Magn. 31, 631 (2018) Y.J. Uemura, et al. Phys. Rev. Lett. 62, 2317 (1989); Y.J. Uemura, J. Phys: Cond. Matter, 16, S4515 (2004) I. Božović, et al. Nature 536, 309 (2016).

***Física Estadística y Termodinámica***
***Sala uno***

10:30 - 10:45 **Modelación de la difusión de oxígeno a través de la córnea** *Eduardo Velasco Ramírez* (velramedu@comunidad.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Saúl Iván Hernández Hernández(saul.ivan.hernandez@unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Roxana Del Castillo(roxanadelcastillo@ciencias.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Luis Felipe Del Castillo(lfelipe@unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Vicente Compañ Moreno(vicommo@ter.upv.es), Universidad Politécnica de Valencia; *Expositor.*
La córnea es un tejido muy importante dentro del ojo y requiere de cantidades específicas de oxígeno para proporcionar un funcionamiento adecuado de su fisiología y evitar algún trastorno, en especial cuando se usa algún tipo de lente de contacto. Es por ello que en este trabajo, se presenta un estudio sobre el transporte de oxígeno a través de la córnea, empleando distintos modelos de consumo para describir posibles perfiles de la concentración de este gas al tener lentes de contacto con diferentes permeabilidades. Agradecemos a los proyectos UNAM-DGAPA-PAPIIT IA104319, IN120120, IN114818, IG-100618, LANCAD-UNAM-DGTIC-276 y LANCAD-UNAM-DGTIC-385.

***Información Cuántica***
***Sala tres***

10:30 - 10:45 **Un atajo hacia la ortogonalidad de estados puros** *Francisco Javier Sevilla Pérez* (fjsevilla@fisica.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; Andrea Valdés Hernández(andreavh@fisica.unam.mx), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*
Se recurre a una interpretación geométrica del traslape entre un estado puro de N bosones y su transformado bajo una evolución unitaria, para determinar las condiciones que garantizan que ambos estados son mutuamente ortogonales. Nuestro análisis revela aspectos novedosos en relación con el límite de rapidez cuántica (quantum speed limit).
Se agradece a los proyectos DGAPA-PAPIIT-UNAM IN113720, IN110120.

***Óptica***
***Sala cuatro***

10:30 - 10:45 **Caracterización de rejillas de período largo modificadas para implementar filtros sintonizables en el rango de emisión del Erbio** *Erika Coromoto Silva Alvarado* (ec.silvaalvarado@ugto.mx), Universidad de Guanajuato; Juan Manuel Sierra Hernández(jm.sierrahernandez@ugto.mx), Universidad de Guanajuato; Luis Manuel Ledesma Carrillo(lm.ledesma@ugto.mx), Universidad de Guanajuato; Roberto Rojas Laguna(rlaguna@ugto.mx), Universidad de Guanajuato; Julián Moisés Estudillo Ayala(julian@ugto.mx), Universidad de Guanajuato; Daniel Jáuregui Vázquez(jaureguid@ugto.mx), Universidad de Guanajuato; José Roberto Reyes Ayona(jr.reyes@ugto.mx), Universidad de Guanajuato; Alejandro Martínez Ríos(amr6@cio.mx), Centro de Investigaciones en Óptica; *Expositor.*
En este trabajo se caracterizaron rejillas de período largo (LPFG) modificadas para implementar filtros sintonizables en el rango de longitudes de onda de emisión de Erbio. Las LPFG modificadas fueron fabricadas utilizando la combinación de las técnicas de expansión térmica del núcleo y adelgazamiento periódico del revestimiento. Inicialmente, las LPFG modificadas se caracterizaron a temperatura ambiente, sin torsión ni curvatura, utilizando un analizador de espectros ópticos en el rango de 980 a 1600 nm. Posteriormente las rejillas fueron caracterizadas en función de cambios en temperatura, curvatura y torsión. Los resultados permiten afirmar que estas rejillas poseen varias longitudes de onda de resonancia en el rango de emisión de Erbio, en consecuencia, las diferentes bandas de paso pueden ser utilizadas para filtros selectivos de longitud de onda, variando los parámetros físicos medidos.

***Partículas y Campos***
***Sala cinco***

10:30 - 10:45 **Cota de no colectividad en colisiones p-p a las energías de RHIC y LHC.** *Irais Bautista Guzmán(irais.bautista@fcfm.buap.mx), CINVESTAV; Nestor Raul Mancilla Xinto* (mancillanestor@gmail.com), FCFM-BUAP; *Expositor.*
En este trabajo se presenta un estudio de la cota inferior de la presencia de efectos no colectivos en las colisiones de protón-protón a las energías de RHIC y LHC, en el marco del modelo de parcelación de cuerdas de color, la cual esta por arriba de la presentada por el gas de hadrónes, y se prueba su viabilidad como referencia para los estudios diferenciados en multiplicidad en la producción de partículas identificadas.

***Estado Sólido***
***Sala dos***

10:45 - 11:00 **Cuantización del transporte no lineal en semimetales de Weyl** *Rafael Álvaro Flores Calderón* (rafael.flores@correo.nucleares.unam.mx), Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México; José Alberto Martín Ruiz(alberto.martin@nucleares.unam.mx), Instituto de Ciencias Nucleares. Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*

Estudiamos el transporte no lineal de un semimetal de Weyl en presencia de un campo eléctrico constante y un gradiente de potencial químico. Utilizando la teoría cinética (ecuación de Boltzmann con curvatura de Berry) en la aproximación del tiempo de relajación, calculamos la conductividad Hall no-lineal en función del potencial químico. Usamos un Hamiltoniano apropiado de baja energía que incluye efectos de doblamiento de banda e inclinación. Para un potencial químico fijo, encontramos que los coeficientes de transporte tienen dos extremos. Sin embargo, cuando existe un desbalance quiral (es decir, cuando podemos someter cada nodo a diferente potencial químico), emerge la cuantización de los coeficientes de transporte. Con este resultado derivamos una nueva acción axiónica donde el campo axiónico es reemplazado por el potencial químico. De esta manera, obtenemos un posible vínculo entre las propiedades macroscópicas estadísticas de la muestra y la topología cuántica del material.

***Física Estadística y Termodinámica***
***Sala uno***

10:45 - 11:00 **REGULACIÓN DEL TRANSPORTE URBANO DE PASAJEROS Y RECOMENDACIONES** *Ma. De Lourdes Najera López* (malourdesnl@yahoo.com), Universidad Autónoma del Estado de México; Máximo A. Agüero Granados(makxim@gmail.com), Universidad Autónoma del Estado de México; *Expositor.*

El propósito de este trabajo es analizar las implicaciones de los esquemas de regulación en el desempeño de un sistema de transporte público urbano de pasajeros con la finalidad de que el regulador disponga de elementos para definir qué esquema de regulación es más conveniente implementar. Para ello se utiliza una herramienta analítica basada en la teoría de regulación que es aplicada al caso particular del sistema de transporte público urbano de la ciudad de Toluca. Esta herramienta permite incluir en el análisis los intereses de los actores económicos que intervienen en la prestación del servicio (usuarios, concesionario y regulador), medir el efecto de las medidas de regulación a partir de la variación de sus funciones de utilidad, conocer la conveniencia de implementación de cada esquema de regulación a través de una función de bienestar social y finalmente, estimar indicadores de desempeño del sistema tales como: eficiencia, costos, beneficio y oferta de unidades. Se caracterizan específicamente dos mecanismos de regulación: 1) contrato de mayor-costo en el cual no existen incentivos para la eficiencia, el riesgo de aumentos exógenos de costos es asumido por los usuarios y el regulador requiere de un alto grado de información sobre los costos de la empresa, la autoridad pública recibe el rédito comercial y paga el costo operacional total de la empresa otorgando una transferencia monetaria a la empresa y, 2) contrato de precio-fijo, que considera incentivos elevados para que la empresa sea eficiente en términos de costos de producción, todos los riesgos de incremento de costos son asumidos por la empresa mientras que el regulador requiere poca información en cuanto a los costos de producción de la empresa. Con estos mecanismos se busca orientar la conducta del concesionario con la finalidad de que reduzca sus costos de producción incitándolo a tener una empresa más eficiente.

***Información Cuántica***
***Sala tres***

10:45 - 11:00 **Caos en sistemas cuánticos de muchos cuerpos** *E. Jonathan Torres- Herrera* (ejtorres@gmail.com), Instituto de Física, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Francisco Pérez-Bernal(currix@gmail.com), Dep. CC. Integradas y Centro de Estudios Avanzados en Física, Matemáticas y Computación. Facultad CC. Experimentales, Universidad de Huelva, Huelva 21071, Instituto Carlos I de Física Teórica y Computacional, Universidad de Granada, Granada 18071, España; Lea F. Santos(lsantos2@yu.edu), Department of Physics, Yeshiva University, New York, New York; *Expositor.*

El término caos cuántico típicamente se refiere a las propiedades de los valores y estados propios de energía que pueden ser descritas por la Teoría de Matrices Aleatorias (TMA), tales como valores propios fuertemente correlacionados y vectores propios con componentes aleatorias. Se puede encontrar estadística de valores propios tipo TMA en algunos modelos integrables, pero esta es regularmente causada por efectos de tamaño finito. Algunas definiciones alternativas de caos cuántico menos concensuadas incluyen el crecimiento exponencial del así llamado correlador no ordenado en el tiempo (OTOC, por sus siglas en inglés), pero este mismo comportamiento también puede ocurrir en sistemas integrables. En el contexto de sistemas cuánticos con interacciones se ha demostrado que una perturbación local aplicada a un sistema integrable es suficiente para generar caos en dicho sistema. En esta plática mostraremos que esto ocurre también al modelo de Ising en un campo transversal y al modelo de Lai-Sutherland para espín 1. Usamos estos modelos para mostrar las ventajas del llamado agujero de correlaciones como un indicador dinámico de caos que no necesita normalización del espectro o separación de simetrías, que además pudiera ser observado en experimentos que se especializan en estudiar la evolución temporal, tales como iones atrapados y átomos fríos. Comparamos el agujero de correlaciones con un indicador

de la hipótesis de termalización a nivel de estados propios, la distribución Gaussiana de los elementos fuera de la diagonal de observables locales.

***Óptica***
***Sala cuatro***

10:45 - 11:00 **EFECTO DEL TIEMPO Y TEMPERATURA DE SINTERIZADO EN LA FABRICACIÓN DE FÓSFOROS EMBEBIDOS EN VIDRIO** *Abril Paulina Arellano Morales* (abril@cio.mx), Centro de Investigaciones en Óptica, A.C.; Jorge Alberto Molina González(jorgemg@cio.mx), Centro de Investigaciones en Óptica, A.C.; Haggeo Desirena Enrriquez(hagdes@cio.mx), Centro de Investigaciones en Óptica, A.C.; *Expositor.*
Hoy en día el fósforo embebido en vidrio (PiG por su siglas en inglés phosphor-in-glass) es uno de los materiales propuestos para ser utilizado como fósforos conversores en diodos emisores de luz (LED por sus siglas en inglés) y sustituir a la resina orgánica que se encuentra en los LED actuales. Los materiales PiG son una mezcla de fósforo en polvo y de vidrio en polvo sinterizados para formar una pastilla delgada y plana. En el proceso de síntesis de un PiG, existe una tendencia a la degradación del fósforo, lo que implica una perdida en las propiedades emisivas iniciales del fósforo. En consecuencia, además de seleccionar una composición de vidrio adecuada, tanto el tiempo como la temperatura de sinterización son parámetros importantes que podrían ayudar a disminuir la probabilidad de degradación del fósforo. Por lo tanto, estos parámetros deben analizarse y estudiarse para poder ser controlarlos. Todo esto con el objetivo de obtener las mejores propiedades ópticas y radiometricas en el material PiG. En este trabajo, se sintetizó una serie de materiales PiG con fósforo en polvo Y5Al3O12:Ce3+ (YAG) y vidrio en polvo de borosilicato. Se utilizó un horno eléctrico para su fabricación a diferentes tiempos y temperaturas de sinterizado. Estas muestras se caracterizaron y examinaron con el objetivo principal de conocer el efecto de estos parámetros en sus propiedades radiométricas. Además para poder evaluar su aplicación como convertidor de fósforo en LED.

***Partículas y Campos***
***Sala cinco***

10:45 - 11:00 **Orbifolios y sus maravillas en la relación física-matemática** *Ricardo Pérez Martínez* (ricardo.perezm32@gmail.com), Universidad Nacional Autónoma de México; *Expositor.*
Los orbifolios son espacios compactos con singularidades o puntos fijos los cuales tienen asociados un elemento, salvo conjugaciones, del llamado grupo de espacio que define al orbifolio. Una de sus importantes aplicaciones es en la compactificación de cuerdas para obtener teorías en 4 dimensiones a partir de una teoría definida en 10 dimensiones. Por otra parte, resultan ser muy atractivos e útiles para mostrar y motivar propiedades y relaciones entre conceptos físicos y matemáticos tales como matrices, cambios de base, grupos, relaciones de equivalencia y clases de un grupo, las cuales tienen una relación directa con los puntos fijos inequivalentes del orbifolio, y que a la vez, representan el centro de masa de cuerdas torcidas en la teoría compactificada. Mi énfasis y trabajo es en aplicar las propiedades de los orbifolios mediante ejemplos selectos con el objetivo de motivar la enseñanza y aprendizaje en la relación entre conceptos físicos y matemáticos, lo cual resulta ser una parte importante en trabajos del área o bien para mostrar una habilidad general que nos permita maravillarnos de algunas propiedades físicas que son descritas por un código matemático que resulta alentador descubrir.

***Estado Sólido***
***Streaming***

11:00 - 12:00 **Towards an all-electric control of the heat flux** *Ricardo Rurali* (rrurali@icmab.es), Institut de Ciència de Materials de Barcelona (ICMAB–CSIC), Campus de Bellaterra, 08193 Bellaterra, Barcelona, Spain; *Expositor.*
The development of phononics [1] —the discipline that investigates phonon transport and aims at engineering devices with the same functionalities as electronic or photonic ones — has been hindered by the inherently challenging nature of phonon manipulation. An effective and flexible control of phonon propagation would require expanding the phonon toolbox to include all the elemental building blocks that make it possible to switch and modulate signals. Here, we demonstrate theoretically a fully electric control of the phonon flux, which can be continuously modulated by an externally applied electric field in PbTiO3, a prototypical ferroelectric perovskite, revealing the mechanisms by which experimentally accessible fields can be used to tune the thermal conductivity by as much as 50% at room temperature [2]. Additionally, we show how, by imposing epitaxial strain, it is possible to achieve a giant electrophononic response, i.e., the dependence of the lattice thermal conductivity on external electric fields [3]. Specifically, we study the strain-induced manipulation of the lattice structure and analyze its interplay with the electrophononic response. We show that tensile biaxial strain can drive the system to a regime where the electrical polarization can be effortlessly rotated and thus yield giant electrophononic responses that are at least one order of magnitude larger than in the unstrained system. These results derive directly from the almost divergent behavior of the electrical susceptibility at those critical strains that drive the polarization on the verge of a spontaneous rotation. We also present results of phonon transport through domain walls (DWs), the boundaries separating juxtaposed polarization domains. In the same class of materials and exploiting the same principles,

namely the electrical manipulation of the lattice, we demonstrate: (i) a thermal switch, where one can switch back and forth between a high and a low conductance state by using an electric field to write and erase DWs [4]; (ii) A phonon polarizer, providing the first demonstration that in the low temperature regime phonons can be filtered –in this specific case by DWs— depending on their polarization like it is routinely done in photonics [5]. Our findings open the way to a fully-electric control of phonon transport that can be exploited for the design of thermal transistors and pave the way to signal processing with phonons. [1] N. Li, J. Ren, L, Wang, G. Zhang, P. Hänggi, and B. Li, Rev. Mod. Phys. 84, 1045 (2012) [2] J. A. Seijas-Bellido, H. Aramberri, J. Íñiguez, and R. Rurali, Phys. Rev. B 97, 184306 (2018) [3] P. Torres, J. Íñiguez, and R. Rurali, Phys. Rev. Lett. 123, 185901 (2019) [4] J. A. Seijas-Bellido, C. Escorihuela-Sayalero, M. Royo, M. P. Ljungberg, J. C. Wojdeł, J. Íñiguez, and R. Rurali, Phys. Rev. B 96, 140101(R) (2017) [5] M. Royo, C. Escorihuela-Sayalero, J. Íñiguez, and R. Rurali, Phys. Rev. Materials 1, 051402(R) (2017)

***Física Estadística y Termodinámica***
***Streaming***

12:00 - 13:00 **La Física en Sistemas Dinámicos Complejos, Redes y Biología** *Rafael Barrio Paredes* (barrio@fisica.unam.mx), IF-UNAM; *Expositor.*
Abordaré un abanico de tópicos que tienen que ver con sistemas complejos (en biología, sociología y medicina) desde el punto de vista de la Fisica. Todos estos temas diversos están unificados por una metodología estricta, construyendo modelos que permiten representar situaciones en principio muy complicadas, siempre teniendo en cuenta los principios fundamentales que yacen en el fondo de mecanismos elaborados, que producen resultados inesperados, típicos de las dinámicas no lineales. En particular trataré el tema de formación de patrones en la piel de las ocho especies de Surubim (Pseudoplatystoma), la movilidad del animal unicelular mas primitivo (Trichoplax adherens), un estudio sobre la diferenciación de células madre embrionarias humanas y un estudio reciente sobre la propagación geográfica de las pandemias.
Colaboradores: T. Alarcon2,3, A. Hernandez-Machado3,4, Tzipe Govezensky5, T.Rees6, Carolyn Smith6, Pablo Scarabotti7, Pablo Bolcatto8., Sirio Orozco-Fuentes9 1 Instituto de Fısica, U.N.A.M., Apartado Postal 20-364, 01000 Mexico D.F., Mexico. 2 Centre de Recerca Matematica, Edifici C, Campus de Bellaterra, 08193 Bellaterra (Barcelona), Spain. 3 Departament de Matematiques, Universitat Autònoma de Barcelona, 08193 Bellaterra (Barcelona), Spain. 4 Departament ECM, Facultat de F ´ısica, Universitat de Barcelona, Diagonal 647, E-08028 Barcelona, Spain 5 Instituto de Investigaciones Biomédicas, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510 CDMX, Mexico. 6 National Institute of Neurological Disorders and Stroke, National Institutes of Health, Bethesda, MD20892, USA. 7 Instituto Nacional de Limnología, UNL, CONICET, FHUC, Ruta 168 Km 0, Ciudad Universitaria, S3001XAI Santa Fe, Argentina. 8 Instituto de Matemática Aplicada del Litoral, UNL, CONICET, FHUC, IMAL, Colectora Ruta Nac. 168 km 0, Paraje El Pozo, S3007ABA Santa Fe, Argentina 9 School of Mathematics, Statistics and Physics, Newcastle University, Newcastle upon Tyne, NE1 7RU, United Kingdom.

***Partículas y Campos***
***Streaming***

13:00 - 14:00 **The impact of particle physics on society** *Manuela Cirilli* (manuela.cirilli@cern.ch), Centro Europeo de Investigaciones Nucleares; *Expositor.*
Particle physics explores the fundamental blocks of matter and their interactions; this kind of science, driven by the curiosity to understand the world and the Universe around us, is called basic research, as opposed to applied research, whose aim is to solve practical problems. The value of basic research is an oft-debated question, particularly at times when other issues might appear more relevant or urgent. Besides the intrinsic worth of the knowledge it generates, particle physics is a trailblazer in terms of cutting-edge technologies in the fields of accelerators, detectors, and computing. Mind-blowingly complex and large experiments, such as those at the Large Hadron Collider at CERN in Geneva, cannot be built by simply ordering components from a catalogue, and many of the technologies and tools developed for particle physics are making a significant and lasting impact in the daily lives of people around the world. This talk will give you an overview of the impact that particle physics has on many aspects of society, from industrial processes to human capital, to medical applications, to digital technologies.

# Índice alfabético


Abelenda Garcia, Arturo, 154
Abrego Bautista, Karlo Dario, 177
Abrego Martínez, Nadia Betsabe, 89
Acametitla López, Victor Manuel, 195
Acevedo Kado, Ramón, 196
Aceves Campos, Héctor, 22
Acosta García, Bryan Ashley, 251
Acosta Gómez, Fátima Judith, 112
Agarwal, Vivechana, 127, 175
Agostini, Pierre, 247
Aguayo González, Aaron, 159
Aguero Granados, Maximo Augusto, 243
Aguilar Hernández, Jorge Ricardo, 44, 107, 108, 152, 155, 165, 167
Aguilar Meneses, Rodrigo, 15
Aguilar Pérez, Emmaly, 15
Aguilar Reyes, Bertha Oliva, 136
Aguilar Rodríguez, Ernesto, 2, 6, 16, 55, 199, 225
Aguilar Rosas, Emmanuel, 63, 208, 213
Aguilar Ruiz, Edilberto, 12
Aguilera Reyes, Eli Francisco, 212
Aguirre Muñoz, Josué Yael, 4, 16
Aguirre Polo, Andrea, 180
Aguirre-Rodríguez, Julieth, 42
Agustín Serrano, Ricardo, 31–33, 55, 165, 183, 184
Agüero Granados, Máximo A., 262, 279
Ahmadiniaz, Naser, 277
Alaniz-Lumbreras, Daniel, 156
Alavez, Alejandro Lopez, 21
Alba Arroyo, José Ernesto, 65
Alcalá De Jesús, María, 129
Alcalá Ochoa, Noé, 93
Alcalá Ramírez, Ana Luisa, 70
Alcocer Díaz, Miguel Ángel, 61
Alegría Meza, Diego, 190
Alfonso Israel Gastélum López,, 10, 118
Almaguer Gómez, Citlalli, 52, 56
Almanza Armenta, Cristian, 195
Almazo Perez, Diego Moises, 26, 35, 94, 212
Almazán-Celis, Jonathan, 253
Alonso Farrera, Francisco Alberto, 85
Altúzar Aguilar, Víctor Manuel, 194, 198, 199
Alva Medrano, Hugo, 160, 162–164
Alva Sánchez, Héctor, 111, 119
Alvarado Gil, Juan José, 87
Alvarado Hernández, Mauricio, 196
Alvarado, Joaquín, 160, 169
Alvarado Leyva, Pedro Gilberto, 219
Alvarado Martínez, Jorge De Jesús, 39, 239
Alvarado Méndez, Edgar, 131
Alvarado Pérez, Sebastián, 252, 273
Alvarez Garcia, Jose Luis, 121, 122, 124
Alvarez Hurtado, Paola, 17
Alvarez Perez Duarte, Manuel Segundo, 11
Alvarez Rios, Kevin Alfredo, 94
Alvarez Romero, Juan De Dios, 253
Alves, Hugo, 225
Alzate Acevedo, Natalia, 48
Amador Portes, Alfredo, 6, 13
Amand, Thierry, 257
Ambriz Torres, Jael Madai, 224
Ambriz Torres, Jael Madaí, 126, 136
Amina Yahia-Keith, Nadia, 15
Amézaga Madrid, Patricia, 131
Andernach, Heinz, 1, 15
Andrade Mascote, Ernesto, 6, 199, 225
Andrade Núñez, Alejandro, 193
Andrés Zárate, Esteban, 80
Angeles Camacho, José Roberto, 144
Angeles Uribe, Fernando, 14, 23, 25, 34, 40, 57
Angulo Córdova, Quintiliano, 80
Antonio De La Rosa, María Isabel, 109
Anzaldo Meneses, Alfonso Moisés, 69, 72, 76
Anzueto Sánchez, Gilberto, 92
Aquines Gutiérrez, Osvaldo, 26
Araiza Sixtos, Fernando Arturo, 90
Aranda Lara, Liliana, 111, 231
Aranda Sanchéz, Jorge Isidro, 209, 218
Aranda Sánchez, Jorge Isidro, 43, 44, 46, 47, 142
Arceo Reyes, Roberto, 37, 43, 55, 56, 69, 70, 120, 178, 222
Arcos Quezada, Ismael, 39
Arellano Celiz, Concepción, 143
Arellano Morales, Abril Paulina, 280
Arellano Sartorius, Lucia Guadalupe, 166
Arenas Alatorre, Jesús A., 158
Aretxaga, Itziar, 219
Aretxaga Méndez, Itziar, 1, 8, 9, 15, 17
Argumedo Guerra, Jesús Esteban, 177
Arias Lara, Olga Oralia, 93
Arias Neri, Zulema Abigail, 60
Arias Rodríguez, Itzel, 22
Ariza Flores, David, 162
Ariza-Flores, David, 275
Armendáriz Peña, Gustavo, 186
Armenta Rico, Román Josué, 190
Arredondo Martínez, Gabriela Verenice, 51
Arreola Lucas, Arturo, 242
Arreola, Maria Fernanda, 91
Arroyo Carrasco, Maximino Luis, 79, 96, 98, 207
Arroyo Correa, Gabriel, 43, 45, 47, 49
Arteaga Velázquez, Juan Carlos, 148, 241, 250, 253
Arzate Trujillo, Ricardo César, 60
Arzola Flores, Jesús Andrés, 125, 134
Aráoz Alvarado, Carlos, 45, 75
Arévalo Aguilar, Luis Manuel, 79
Arévalo López, Eugenia Paola, 152, 164, 167, 174
Arévalo López, Paola Eugenia, 163

Avila Aoki, Manuel, 187
Avila Rees, Vladimir, 17
Avila Reese, Vladimir, 211
Aviles Alvarado, Andres Alberto, 22
Avilez López, Ana, 40, 140, 141
Avilés Sánchez, Juan Carlos, 270
Ayala, Alejandro, 267
Ayala De Santiago, Pablo Isidro, 206

Babu, Arun, 243
Bagatella Flores, Norma, 188, 249
Bahar, Mustafa Kemal, 272
Bahena Delgado, Gregorio, 67
Balocchi, Andrea, 257
Baltazar Herrejón, Arturo, 43, 44, 47
Banda Guzman, Victor Miguel, 277
Barba Barba, Rodrigo Misael, 79
Barberis Blostein, Pablo, 64
Baresch, Diego, 48
Barradas Guevara, José Enrique, 141, 143
Barragán Pérez, Eduardo, 109
Barragán Rivas, Ángel Gabriel, 61
Barrera Ballesteros, Jorge Karolt, 17
Barrera Calva, Enrique, 155, 171, 175
Barrera Figueroa, Víctor, 68
Barrera-Figueroa, Víctor, 242
Barrientos Rodríguez, Ernesto, 218
Barrio Paredes, Rafael, 281
Barrios Barocio, Erick, 186
Barrios De La Cruz, Alan Josep, 191
Barrios Vargas, José Eduardo, 255
Barrón Palos, Libertad, 200
Bashir, Adnan, 144
Bastarrachea Magnani, Miguel Ángel, 185, 186, 191
Batta, Aldo, 260
Bautista Guzmán, Irais, 278
Bautista Hernández, Olivia, 184
Bautista Ruiz, Gabriela, 28, 37
Bañuelos García, Luis Eduardo, 180
Becerra Godínez, Rosa Leticia, 259
Becerril Tapia, Marcial, 19
Bejar Gomez, Luis, 224
Bello Jiménez, Miguel Ángel, 97
Beltran Parrazal, Luis, 117
Beltrán Pérez, Georgina, 193, 194, 198
Benitez Rico, Adriana, 167
Bernabe Elizalde, Candy Adylenn, 67
Bernal Alvarado, José De Jesús, 136
Bernal Bautista, Argelia, 248
Bernal Hernandez, Carlos Alejandro, 114
Bernal Marín, Tula, 18, 218
Bernès Flouriot, Sylvain Jean, 151
Betancur Ocampo, Yonatan, 214
Bibiano Salas, Luis Ángel, 152, 165
Bijker, Roelof, 205
Blanco Miranda, Alan David, 81, 84
Blanco-Cano, Xochitl, 245
Bolívar Jacobo, Norma Angélica, 62
Bonilla Capilla, Beatriz, 38, 41, 115
Bonilla Rosales, Mauro Javier, 146, 197
Bonilla Sandoval, Alejandra, 143
Borbón Díaz, Efraín, 39
Bornacelli, Jhovani, 126
Borrego Elías, Ana Lourdes Aracely, 180
Botello Cano, Aldo Iván, 114
Bouzas, Antonio Osvaldo, 210
Bracamontes Rodríguez, Yazmín Esmeralda, 84
Brambila Paz, Fernando, 40
Bravetti, Alessandro, 261
Bravo Sánchez, Alexis Iván, 198
Bretón Báez, Nora Eva, 21
Briones Torres, José Alberto, 161, 238
Bruce, Neil C., 229
Bruzual, Gustavo, 229
Bucio Gutiérrez, Alejandro, 164
Burgess, David, 245
Bustos, Armando, 103, 104, 106
Bustos Gómez, Armando, 24
Bustos Maya, Guillermo, 24, 103, 104, 106
Báez Jiménez, José Arturo, 21
Báez Juárez, María Gabriela, 242
Béjar Barrientos, Gerardo Enrique, 132
Béltran Pérez, Georgina, 199

Cabal Velarde, Javier Gustavo, 132, 167
Caballero Benítez, Santiago Francisco, 65, 187
Caballero Mora, Karen Salomé, 250
Cabello Soto, David, 24
Cabo Bizet, Nana Geraldine, 211, 252, 273
Cabo Montes De Oca, Alejandro, 211, 273
Cabrera Munguía, Roberto Iván, 21, 70
Cabrera Trujillo, Jose Manuel, 130
Cabrera Trujillo, Remigio, 220
Cacheux Luna, Ollin, 236, 242
Cadena Nava, Rubén Darío, 181
Cadenas Calderon, Erasmo, 126
Cajas García, Juan Carlos, 204, 210
Calderon, Francisco A., 221
Calderón De León, Fernando Ignacio, 37
Calixto Rodríguez, Manuela, 104
Calvino Gallardo, Marbella, 130
Calvo Mola, Carlos, 154
Camacho Garibay, Abraham, 247
Camacho López, Miguel Ángel, 231
Camacho López, Santiago, 112, 131
Camacho Morales, María Del Rocío, 29
Camargo Martinez, Sebastian, 151
Camarillo Avilés, Andrés, 97
Camas Anzueto, Jorge Luis, 54, 84, 85, 92, 265
Campos Arreola, Alan, 99
Campos García, Julio César, 39, 45, 88
Campos Gutierrez, Ian, 73
Camps Carvajal, Edgar Enrique, 134
Canales Pozos, Sergio Adrián, 122

Cancino Escobar, María Stefany, 107
Cancino-Gordillo, Francisco Enrique, 135
Cano Lara, Miroslava, 112
Cantó Ila, Jorge, 14
Cantó, Jorge, 223, 231
Caraballo, Ramón, 52, 55
Caravantes Sepúlveda, Adrián, 68
Carbajal Domínguez, José Adrián, 38
Cardona Melchor, Celestino, 114
Cardona Torres, Luisa, 17
Cardoso Cortés, José Luis, 232
Carlos Augusto, Flores Meneses, 91
Carmona Moreno, Josué Gustavo, 190
Carpinteyro Bernardino, Severiano, 148, 268
Carramiñana Alonso, Alberto, 237, 246
Carranco Sapiéns, Gabriel Alfonso, 273
Carranza Navarrete, David Raúl, 178
Carrasco, Luis, 8, 22
Carrera Padilla, Carlos, 102
Carrere, Helene, 257
Carreón Vázquez, Gustavo, 23
Carriles Jaimes, Ramón, 79, 89
Carrillo Bastos, Ramón, 170
Carrillo Estrada, José Luis, 254
Carrillo Lopez, Jesus, 85
Carrillo Moreno, Salvador, 145, 148, 268
Carrillo Ortiz, Mariana, 168
Carrillo Trejo, Erika Cecilia, 174
Carrillo-Fuentes, Miriam, 91
Carvalho, Bernardo, 225
Casallas Moreno, Yenny Lucero, 107, 108
Casco Galindo, Manuel Alejandro, 48
Casillas Alvarez, Moises Isai, 89, 246
Casillas Rodríguez, Nayeli, 213
Castañeda De La Vega, Estefanía, 128
Castaño Tostado, Eleuterio, 156
Castellanos Aguila, Esús Eduardo, 131
Castellanos Aldama, André Fabián, 132
Castellanos Jaramillo, Juan Miguel, 110
Castellanos Pineda, Mitsa Marisol, 7
Castellanos Ramírez, Antonio, 14
Castillo Aranguren, Francisco, 134
Castillo, Arturo A, 258
Castillo Domínguez, Edgar, 19
Castillo Gallardo, Victor, 175
Castillo Guzman, Arturo Alberto, 209
Castillo Mixcóatl, Juan, 193, 194, 196, 198, 199
Castillo Palomera, Roger, 78
Castillo, Santos Jesús, 124
Castillo-Rico, Luis Rafael, 113
Castorena Gómez, Jorge Iván, 9
Castrejón Parga, Karen Yael, 28, 76
Castro Arce, Lamberto, 25, 39, 41, 73, 88
Castro Enríquez, Leonardo Andrés, 273
Castro Garay, Paola María Mercedes, 93
Castro Martínez, Francisco Miguel De Jesús, 251
Castro, Miguel, 66
Castro Nieto, Carla Paola, 51
Castro Ramos, Jorge, 4
Castán Ricaño, Diana Nallely, 39, 92
Catarino Centeno, Rafael, 124
Ceccarelli, Cecilia, 7
Cerda Méndez, Edgar Armando, 222
Ceron Vega, Brandon, 77
Cervantes, Alejandra, 143
Cervantes Alvarez, Fernando, 87
Cervantes Mercado, Daniela Sarahí, 52
Cervantes Vergara, Brenda Aurea, 140
Cerón Angeles, Victoria Elizabeth, 69
Cesca, Tiziana, 83, 276
Cetto, Ana María, 65
Chagoya Saldaña, Javier Fernando, 73, 75
Chang, Oyuki, 6
Chapman, Sandra, 221
Chavez Carlos, Jorge, 70
Chavez Segura, Juan Pablo Alejandro, 166
Chavushyan, Vahram, 5
Chicharro Serra, Rocío, 60
Chirino, Amanda, 117
Chocolatl Torres, Misael, 87
Chávez Carlos, Jorge, 50, 74, 188, 189
Chávez Dagostino, Miguel, 52
Chávez Lomelí, Efraín, 214
Chávez Martínez, América, 62, 63
Chávez Murillo, Ricardo, 215
Chávez Pech, Carlos Esteban, 22
Chávez Pérez, Victor Manuel, 52, 56
Chávez Ramírez, Fernando, 82
Chávez Villalpando, Israel, 277
Cid Lobaco, Brandom Jhoseph, 130
Cirilli, Manuela, 281
Clever Uribe, María Fernanda, 21
Coello Caballero, Paola, 120
Coello Cárdenas, Victor M., 81
Colin Farias, Paulina, 147
Colombi Ciacchi, Lucio, 271
Compañ Moreno, Vicente, 178, 183, 278
Compeán Jasso, Víctor Hugo, 152, 155, 171
Concha Sánchez, Yajaira, 94, 138, 144
Conde Cuatzo, Abril, 37
Conde Sánchez, José Rubén, 195
Contreras Cossio, Michelle, 142
Contreras López, Joaquín, 94
Contreras, María Eugenia, 10
Contreras Navarrete, José De Jesús, 126, 224
Contreras Solorio, David Armando, 143, 151, 159, 160, 168, 172, 173
Cordero Borboa, Adolfo Ernesto, 169
Cordero Dávila, Alberto, 95, 235
Cordero Elizalde, Rubén, 222
Cordero Félix, Mauro Alexis, 73
Cordero Santiago, Juan Pablo, 126
Corella Madueño, Adalberto, 93, 110
Cornejo Rodríguez, Alejandro, 39, 81, 88, 99, 239

Cornelio De Jesús, Reyna, 93
Corona, Doménica, 225
Corona Morales, Néstor, 54
Corona Romero, Pedro, 54, 55, 225, 252
Corrales Machín, Frank, 58
Correa Abad, Julián David, 151, 161
Cortalezzi, Francisco, 195
Cortés López, Silvia, 170
Corzo Trejo, Neil Vladimir, 190
Cosultchi, Ana, 181
Cota Santeliz, Andres Manuel, 3
Cotzomi Paleta, Jorge, 146, 148, 183, 184, 195
Covantes Osuna, Edgar, 233
Covarrubias Morales, Mario Alan, 49, 146
Coyotl Ojeda, Montserrat Nevai, 109
Coziol, Roger, 235
Crespo Sosa, Alejandro, 126
Cruz Albaro, Eligio, 142
Cruz Bueno, Jose De Jesus, 85
Cruz Castillo, Elpidio, 108
Cruz, Enrique, 20
Cruz, Epifanio, 109
Cruz Galindo, Hilarión Simón, 133
Cruz Irisson, Miguel, 125, 130, 158, 166, 208, 219, 274
Cruz Jimenez, Salvador Antonio, 232
Cruz Lopez, Maria Luisa, 20
Cruz López, Alaíde Selene, 54
Cruz López, Donají Xochitl, 14, 23, 25, 34, 40, 54
Cruz Manjarrez Flores Alonso, Héctor De Jesús, 27
Cruz Martínez, José Manuel, 43
Cruz, Meneses Fabián, 91
Cruz, Nuno, 225
Cruz Orea, Alfredo, 88
Cruz Solis, Sara, 117
Cruz-Irisson, Miguel, 157
Cruz-Ramírez, Aarón, 256
Cuevas Torres, Rogelio, 73
Cummings, Aron, 234
Curz Irisson, Miguel, 130
Cutiva Alvarez, Karla Alejandra, 235
Cárdenas García, Maura, 125
Cárdenas López, Silvia Fernanda, 64
Córdova Fajardo, Miguel Ángel, 44
Córdova Fraga, Teodoro, 136

D'Aquino Bautista, Juan Jose, 52
D'Olivo Saez, Juan Carlos, 140, 143, 269
Dasgupta Schubert, Nabanita, 70, 127, 129
Dasgupta-Schubert, Nabanita, 241, 264
De Alba Martínez, Durruty Jesús, 123
De Anda Salazar, Francisco Javier, 42, 152, 155, 171
De Carlos López, Eduardo, 190
De Celis Alonso, Benito, 109–111, 115, 116, 258
De Colle, Fabio, 1, 3, 259
De Coss Gomez, Maritza, 91, 96
De Coss Gómez, Romeo, 159
De Coss, Romeo, 266
De Diego Onsurbe, Jose Antonio, 12
De Icaza Astiz, Aitor Lander, 29, 36
De La Cruz Arreola, Sergio, 78
De La Cruz Ruíz, Yair Israel, 49, 83
De La Fuente Domínguez, Liliana, 82
De La Huerta Sanchez, Rafael, 114
De La Luz, Víctor Hugo, 6, 20, 21, 52, 58, 195
De La Mora Mojica, María Beatriz, 105, 106
De La Peña Auerbach, Luis Fernando, 65, 76
De La Rosa Jasso, Alejandra De Jesús, 151
De La Torre Medina, Joaquín, 253
De Lara Berumen, Héctor David, 151
De León Abboud, Carlos Eduardo, 61
De León Durand, Humberto, 177
De León Portilla, Paulina, 89
De Llano De La Garza, Manuel, 277
De Luna Bugallo, Andrés, 216
De Luna Pámanes, Alejandra, 233
De Pablo, Juan Jose, 206
De Santiago, Ricardo, 91
De Santiago Varela, Francisco, 157, 208, 219
De Urquijo Carmona, Jaime, 24, 101, 103, 104, 106
Debo Sandoval, Natividad Del Carmen, 185
Degollado Daza, Juan Carlos, 74
Del Castillo, Luis Felipe, 178, 278
Del Castillo, Roxana, 278
Del Rio De Santiago, Antonio, 263
Del Rio Viera, Manuel Alejandro, 269
Del Río Correa, José Luis, 271
Del Río De Santiago, Antonio, 112, 160, 168, 174
Del Río Valdés, José Luis, 23, 25, 27, 41, 197
Del Río Viera, Manuel Alejandro, 148
Del Río-De Santiago, Antonio, 172
Demésy, Guillaume, 136
Dena Ornelas, Oscar Sotero, 53
Dendy, Richard, 221
Depablos Rivera, Osmary, 105, 106, 133, 249
Desirena Enrriquez, Haggeo, 91, 280
Devia Cruz, Luis Felipe, 131
Diaz Herrera, Enrique, 179
Diaz, Rosalinda, 117
Dies Suarez, Pilar, 109, 238
Diliegros Godines, Carolina Janani, 150, 169
Dimauro, Louis, 247
Dominguez Kondo, Jorge Naoki, 119, 232
Domratcheva Lvova, Lada, 126, 136, 224
Domínguez, Isabel, 266, 267
Domínguez Jiménez, Dalia Yvette, 111, 119
Domínguez Kondo, Jorge Naoki, 133
Domínguez Rivas, Diego, 71
Donaire Valencia, Johany Mireya, 14
Dorantes Garcia, Jenifer, 111
Duarte Ortiz, César Ángel, 71, 74, 75
Duarte Zamorano, Roberto Pedro, 41, 97, 124, 139, 142
Dueñas Artega, Fátima, 275
Dukelsky, Jorge, 188
Duque Echeverri, Carlos Alberto, 151, 161

Duran Sánchez, Manuel, 97
Durand-Manterola, Héctor, 122
Durazo Fernández, Paulina María, 41
Durán Hernández, Alejandro, 162
Durán Ramírez, Xareni, 120
Dvoeglazov, Valeri, 75
Dzib Quijano, Sergio, 3, 18
Dzib, Sergio, 206
Dávalos, Montserrat, 52
Días Hernandez, Orlando, 177, 184
Díaz Bautista, Erik, 138
Díaz Bonifaz, Ricardo Yael, 129
Díaz Cruz, Justiniano Lorenzo, 140
Díaz García, Diana Laura, 57
Díaz Guerrero, Dan Sidney, 172
Díaz Hernández, Orlando, 178
Díaz Herrera, Jesús Enrique, 177, 180, 182
Díaz Valerio, Luis Alberto, 156
Díaz Álvarez, Jordan Israel, 213
Díaz-Sánchez, Luis Enrique, 253

Ealo Cuello, Joao Luis, 48
Earls Brennen, Christopher, 203
Eboli Castro, Giovanni, 152, 165
Echeverry Cardona, Laura María, 48
Edwards, James, 70, 141
Elías Chávez, Mauricio, 5, 22
Enciso Muñoz, Agustín, 151, 159, 173
Enriquez Flores, Christian Iván, 43, 78
Enríquez Hernández, Vanessa, 11
Escalante Cruz, Aurora Yanely, 46
Escalante García, Ismailia, 168
Escalera Santos, Gerardo Jesús, 178
Escamilla Guerrero, Raúl, 152, 158, 163, 164, 167, 174
Escamilla Herrera, Lenin Francisco, 226
Escamilla Roa, Jesús, 275
Escamilla Villalba, Gerardo Abdiel, 14
Escarela Pérez, Rafael, 261
Escobar Santiago, Carlos Enrique, 74
Escobedo Barajas, Miguel Hernán, 263
Escobedo Galván, Claudia Rafela, 51
Escorza Mistrán, Aarón, 165
Escudero Ayala, Christian Rene, 55
Esparza García, Alejandro, 129
Espericueta González, Diana Leticia, 167
Espinobarro Velázquez, Daniel, 2, 11, 133
Espinosa Champo, Abdiel De Jesús, 153
Espinosa Gomez, David, 138, 140
Espinosa Jimenez, Adan, 6
Espinosa Juárez, Erick, 14
Espinosa Luna, Rafael, 64, 83, 96
Espinosa Sánchez, Yuliana Mariem, 78
Espinosa Trejo, Anabel Maria, 270
Espinoza Garrido, Amado Augusto, 143
Espinoza Jimenez, Adan, 199
Esquivel, Alejandro, 9
Esquivel Barajas, Briseida Guadalupe, 220
Estañol Solís, Carlos Gabriel, 34
Estañol Solís, Juan Pablo, 34
Estevez Delgado, Gabino, 68, 72, 73, 75–77
Estevez Delgado, Joaquín, 16, 21, 55, 68, 72, 73, 75–77
Estrada Carranza, Constantino, 179
Estrada Gonzalez, Guillermo Alberto, 62, 68
Estrada Hernandez, Sarahi, 98
Estrada Morales, Jordan, 48
Estrada Salgado, Fernando, 105
Estudillo Ayala, Julián Moisés, 82, 83, 92, 98, 278
Eumaña Gutierrez, Abi Daniela, 196

F. Santos, Lea, 279
Fajardo Garcia, Amanda Vanessa, 12, 21, 71, 73, 121
Falconi Calderón, Richart, 162
Fan, X., 139
Felipe Del Castillo, Luis, 178
Felix Beltran, Olga Guadalupe, 140, 141, 143
Feltre, Anna, 216
Fernandes, Horácio, 225
Fernandez Ruiz, Juan, 117
Fernández Escamilla, Hector Noe, 217
Fernández Madrigal, Laura Daniela, 80
Fernández Ramírez, César, 207
Fernández Sánchez, Daniela, 131
Fernández Tellez, Arturo, 250
Fernández Téllez, Arturo, 108, 143, 180
Ferreira Domínguez, Edgar Alejandro, 86, 131
Ferreira Dos Santos, Lea, 185, 191, 192
Figueiredo, Humberto, 225
Figueroa, Aldo, 59
Figueroa Navarro, Carlos, 39, 41, 73, 88
Figueroa Peña, Juan De Dios, 120
Figueroa Ramírez, Jessica Nohemí, 98
Flores Baez, Francisco Vicente, 71, 74, 75
Flores Calderón, Rafael Álvaro, 279
Flores Flores, Edy, 59–62, 198
Flores Galván, Freddy Arturo, 71, 74, 75
Flores Herrera, José Mariano, 223
Flores Hidalgo, Lucía Sofía, 32
Flores López, Daniel Rubén, 158
Flores Mena, José Eladio, 59–62, 198
Flores Meneses, Lia Lizet, 121
Flores Mijangos, Jesus, 190
Flores Mijangos, Jesús, 236, 242
Flores Morales, Luis, 27
Flores, Nestor A, 258
Flores Olivier, Genesis Esmeralda, 12
Flores Olmedo, Enrique, 242
Flores Prudente, Jesús Aaron, 74, 188
Flores Pérez, Erick, 193
Flores Pérez, Juan David, 86
Flores Rivera, Frida Lissete, 51
Flores Rosas, Ariel, 43, 78, 98
Flores Ruiz, Francisco Javier, 48, 81, 134, 158, 170
Flores Sandoval, Maricela, 95
Flores Serrano, Guadalupe, 99

Flores-Mancera, Miguel Angel, 113
Flores-Ruiz, Francisco Javier, 154
Foa Torres, Luis E. F., 228
Fong González, Ariel, 84
Fraija Cabrera, Nissim, 259
Fraija Cabrera, Nissim Illich, 1, 9, 12, 13
Franco Escudero, Emily Andrea, 37
Franco Ortíz, Margarita, 93
Franco Reyes, Rebeca, 55
Franco Villafañe, John Alexander, 190, 230
Franco-Bacca, Adriana Paola, 87
Frenk, Carlos S., 200
Fromenteau, Sebastien, 204
Fuentecilla Carcamo, Ivan, 259
Fuentecilla-Cárcamo, Iván, 160
Fuentes Garay, Guatavo Alejandro, 183
Fundora Cruz, Abel, 81

G. Zolotukhin, Mikhail, 79
Gaggero Sager, Luis Manuel, 264
Gaggero-Sager, Luis Manuel, 172
Gaitán Lozano, Ricardo, 137
Gallardo Hernández, Salvador, 107, 108
Gallegos Buenrostro, Sara, 173
Gallegos García, María Irene Liliana, 65
Gallegos Santiago, Omar, 224
Galvan Ramirez, Kevin Alan, 128
Galvan, Steven, 189
Galvez Coy, Diana Carolina, 48
Galván Gámez, Antonio, 9, 12
Galván Navarro, Eric Didier, 160, 163
Galván Peña, César Gabriel, 62, 230, 239
Gamiño Sanchez, Marco Antonio, 112
Gaona Castellanos, Ariel Fernando, 100
Garcia Caraveo, Kevin Jafet, 158
Garcia Garcia, Miguel Angel, 27
Garcia Garcia, Omar Rodrigo, 119
Garcia Macedo, Jorge Alfonso, 128
Garcia Ruiz, Diana Litzajaya, 126
Garcia Torres, Alejandro, 73
García Aguilar, Diego, 146
García Aguilar, José Hugo, 210
García Aguilar, Tania Montserrat, 253
García Alcántara, Consuelo, 178, 182, 183
García Aspeitia, Miguel Ángel, 70, 74
García Avendaño, Bruno Antonio, 265
García Bello, Jorge, 275
García Bernabé, Abel, 178
García Canseco, Luisa Del Carmen, 85, 260
García Castañeda, María Concepción, 49, 83
García Castro, Juan Cristobal, 168
García Cervantes, Heraclio, 81, 84
García Cruz, Isidoro, 232
García Fernández, Tupak, 104–106, 214, 249
García García, Leonardo Enrique, 12
García Gudiño, Danai, 201
García Gudiño, David, 201
García Hernández, Erwin, 124
García Hernández, Marcela, 272
García Juárez, Alejandro, 97
García Luna, Diana Maricela, 133
García Martínez, Ana Laura, 120
García Martínez, Guadalupe Napoleon, 114
García Mejía, Marlon Steve, 146
García Mejía, María Fernanda, 155, 167
García Morales, Giselle, 131
García Méndez, Manuel, 81
García Naumis, Gerardo, 153, 225, 232, 251
García Ramírez, Mario Alberto, 80, 99, 112, 117, 120, 193, 195, 237
García Ravelo, Jesús, 275
García Rocha, Miguel, 125
García Rodríguez, Berenice, 85, 260
García Ruiz, Diana Litzajaya, 224
García Ruíz, Diana Litzajaya, 136
García Salgado, Godofredo, 85
García Solano, Leticia, 200
García Sánchez, Eduardo, 180
García Sánchez, Miguel Ángel, 180
García Sánchez, Pablo, 59, 61, 62
García Torres, Carlos, 68
García Valenzuela, Cruz Fabiola, 123
García Vergara, Mauricio, 33, 136, 259
García Villarreal, Luis Angel, 240
García Vázquez, Fabián, 112
García Vázquez, Valentín, 48, 81, 134, 158, 170
García Zaldivar, Osmany, 134
García-Martín, José Miguel, 205
García-Peláez Cruz, David, 71
García-Vazquez, Valentín, 154
Garduño Medina, Adriana, 134
Garfias Garcia, Elizabeth, 51
Garnica Garza, Héctor Mauricio, 228
Garnica Marmolejo, Abel Ignacio, 124
Garnica Valle, Vianey, 4, 16
Garrido Aguirre, Diego Ivan, 232
Garza, Jorge, 220
Garza Landa, Fernando, 139
Garza-Sierra, Raul Omar, 78
Garza-Soto, Luis, 214
Gaspar Armenta, Jorge Alberto, 259
Gatica Acevedo, Víctor José, 54, 56
Gaytán Villarreal, José Daniel, 139
Germán Flores, Victor Israel, 174, 176, 267
Gersenowies Rosas, Jorge Ricardo, 108
Gil Fierro, Carlos, 39
Gilardi Velázquez, Héctor Eduardo, 7, 14, 20
Girzikovsky Paredes, Pablo, 35
Gochicoa Fuentes, Edna Gabriela, 31, 33
Godoy, Juan Luis, 199
Gomez Alvarez, Carlos Alberto, 212
Gomez Lopez, Mary Luz, 177
Gomez Solis, Christian, 246
Gonzalez Aviles, Jose Juan, 55

Gonzalez Esparza, Juan Americo, 199
Gonzalez Gutiérrez, Jorge, 42, 177, 178, 184
Gonzalez Mendez, Luis Xavier, 55
Gonzalez-Aviles, Jose Juan, 20
Gonzáles Esparza, Juan Américo, 52
González Alejandre, Magdalena, 127
González Amezcua, Omar, 184
González Avilés, José Juan, 225, 252
González Cabrera, Héctor Emilio, 113, 117
González Canales, Félix Francisco, 141
González Cervera, José Antonio, 59, 62, 112, 113
González Cortés, Israel, 274
González Díaz, Rocio, 131
González Esparza, Juan Américo, 2, 6, 12, 52, 54–57, 225, 244, 252
González Espinosa, Eduardo Leonardo, 222
González Estrada, Guillermo, 209, 218
González Flores, Héctor Antonio, 26
González, Francisco Javier, 115
González García, Federico, 155, 171, 175, 267
González González, Rodolfo, 128
González Loera, Gerardo Jafet, 168
González Magaña, Olmo, 24, 101, 103, 104, 106
González Maldonado, Mario Alberto, 230
González Medrano, Javier, 81, 154
González Melchor, Minerva, 132
González Mireles, José Eduardo, 236
González Morales, Alma Xóchitl, 2, 255
González Morales, Blanca Angélica, 158
González Méndez, Eduardo, 43
González Méndez, Luis Xavier, 12, 145–147, 225, 244
González Pedreros, Guillermo Iván, 107, 108
González Reynoso, Orfil, 120
González Ronquillo, Ana Lilia, 48, 81, 89, 125, 134
González Santillán, Edmundo, 96
González Sánchez, Maria Magdalena, 7
González Vallejo, Diego, 189
González-García, Raúl, 156
González-Morales, Alma Xochitl, 71
Gorbatchev, Andrei, 152, 155, 171
Gordillo Rivas, Karla Yolanda, 275
Gottdiener Gutmann, Luis, 27, 38
Govea Anaya, Guillermo Alberto, 34
Grajales Coutiño, Rubén, 84, 85, 92, 265
Grajales-Lagunes, Alicia, 156
Granados Agustín, Fermín Salomón, 39, 88, 99, 239
Granados García, Victor David, 30, 31, 42
Granados Martínez, Francisco Gabriel, 126, 136, 224
Granados Torres, Hugo Uriel, 254
Gregorio-Lozada, Bryan, 160, 169
Grether González, Marcela Dolores, 236, 242, 277
Guarin, Cesar Augusto, 128
Guarneros López, Ahmed, 27, 29
Guerra Cisneros, Marian Alejandra, 177
Guerrero Cruz, Emilio Izcoatl, 179
Guerrero González, Jonhatan Uriel, 1
Guerrero Osuna, Héctor Alonso, 112, 168, 180
Guerrero Serrano, Azdrubal, 132, 167
Guerrero Sánchez, Jonathan, 217
Guevara, Edgar, 115
Guillen Bonilla, Alex, 94
Guillen Bonilla, José Trinidad, 94
Guillen Tavera, Jorge, 1
Guillermo Cantón, Gerardo, 114
Guillén Bonilla, Héctor, 94
Guillén Tavera, Jorge Eduardo, 11
Gupta, Virendra, 144
Gutierrez Arias, Jose Eligio Moises, 59, 60
Gutierrez De La Riva, Ariadna, 7
Gutierrez Rodriguez, Jose Armando, 62
Gutierrez Zalapa, Raul, 72
Gutiérrez García, Carmen Judith, 126, 136, 224
Gutiérrez Ibañez, Ana Tarin, 103
Gutiérrez Juárez, Gerardo, 195
Gutiérrez Jáuregui, Ricardo, 240
Gutiérrez Niño, William, 173
Gutiérrez Ruiz, Daniel, 189
Gutiérrez Tapia, César Romeo, 218
Gutiérrez Trujillo, José Ramón, 259
Gutiérrez Varela, Oscar Javier, 61, 250
Gutiérrez Zalapa, Raúl, 16, 21, 55
Gutiérrez-Vega, Julio César, 266
Guzman, Jose V, 258
Guzmán Barraza, Arturo, 135
Guzmán Chávez, Ana Dinora, 80, 99, 193, 195, 237
Guzmán, Francisco S., 220
Guzmán Fuentes, Jaime Abraham, 126
Guzmán Lenz, Jorge Alberto, 120
Guzmán, Orlando, 241
Guzmán Ortiz, Eric Jovani, 157
Guzmán Rocha, Dulce Araceli, 136
Guzmán Vázquez, Karla Paola, 54
Gálvez Coyt, Gonzalo, 36, 119
Gámez Pérez, Francisco David, 195
Gómez Aldama, Oscar Rubén, 25, 45, 88
Gómez Bravo, Brandón Saúl, 273
Gómez Colín, María Del Rocío, 93, 97
Gómez Correa, Gilberto, 29, 36
Gómez De Paz, José Amado, 84
Gómez Díaz, Aarón, 67, 100, 103
Gómez Espinosa, Lisett, 193
Gómez Figueroa, Andrés, 117
Gómez García, Eduardo, 190, 228, 230
Gómez González, Raúl W., 158
Gómez Heredia, Cindy Lorena, 87
Gómez Pérez, Diego Gerardo, 184
Gómez Ruiz, Arturo Iván, 8
Gómez Sarmiento, Isaac Neri, 236
Gómez Solís, Christian, 220
Gómez Vieyra, Armando, 84
Gómez Villa, Julio Adrián, 129
Gómez-González, Víctor Mauricio Alfonso, 221
Gómez-Hernández, Rubén, 169

Hamzeloui, Saeed, 190
Hardy Pérez, Alberto Ernesto, 231
Haro Poniatowski, Emanuel, 128
Haro Poniatowski, Emmanuel, 217
Hautefeuille, Mathieu, 256
Heredia Cándido, Moisés, 195
Hernandez Castillo, Carlos, 117
Hernandez Cruz, Olivia, 79
Hernandez Torres, Roberto Carlos, 143
Hernandez Villa, Fidel Arturo, 69
Hernandez-Ortiz, Juan Pablo, 206
Hernández Acosta, Erika Ofelia, 32, 33
Hernández Alarcón, Jesús Omar, 208
Hernández Alvarez, Claudeth Clarissa, 139
Hernández Barrios, Ingrid Ameyalli, 115
Hernández Bravo, Ana Fernanda, 86
Hernández Cansino, Carmen, 23
Hernández Cocoletzi, Gregorio, 154, 259
Hernández Cooper, Ernesto Manuel, 134, 202, 254, 258, 264
Hernández Cordero, Juan, 256
Hernández Cristóbal, Orlando, 136, 224
Hernández Cásares, Adolfo Alejandro, 187
Hernández Delesma, Angélica Rocío, 15
Hernández Delgado, Ariel Jafeht, 129
Hernández Delgado, Marla Nayeli, 151
Hernández Domínguez, Ana Fabiola, 57
Hernández Flores, Ricardo Martín, 120
Hernández Galeana, Albino, 137
Hernández Galván, Luz Stephanie, 141
Hernández García, Juan Carlos, 83, 98
Hernández García, Luis, 159, 173
Hernández García, Manuel Eduardo, 75
Hernández González, Edna Magdalena, 28, 37, 45, 186, 243
Hernández Hernández, Eliseo, 213
Hernández Hernández, Jaime Vidal, 116
Hernández Hernández, Jovani, 148
Hernández Hernández, Saúl Iván, 177–180, 182, 183, 259, 278
Hernández Hernández, Sol María, 71
Hernández López, Javier Miguel, 109, 115, 258
Hernández Martínez, Liliana, 9, 23
Hernández Mata, Sagrario, 66
Hernández Medina, Antonio, 202
Hernández Márquez, Maribel, 250
Hernández Padilla, Francisco, 169
Hernández Penagos, Pedro Josué, 70
Hernández Pozos, José Luis, 128, 197, 217
Hernández Prudencio, Ana, 180
Hernández Pérez, María De Los Ángeles, 152, 165
Hernández Roa, Dahi Ludim, 87
Hernández Saldaña, Hugo, 46, 47, 183
Hernández Servín, José Antonio, 55
Hernández Sustaita, Martín, 202
Hernández Sánchez, Marisol, 138
Hernández Tapia, Dante Alonso, 81, 84
Hernández Torres, Sulemy Alejandra, 77
Hernández Velázquez, Juan De Dios, 274
Hernández Vázquez, José Eladio, 187
Hernández Zamudio, Rubén Alfredo, 171
Hernández Álvarez, Claudeth Clarissa, 110
Hernández-Ortiz, Marlen, 172
Herrera, Joel, 262
Herrera Lara, José Arnulfo, 269
Herrera Velázquez, José Julio Emilio, 100, 102
Hidalgo Tobon, Silvia, 109, 238
Hilario Acuapan, Gabriela, 124
Hinojos Ramos, Jesús Eduardo, 39
Hinojosa Rivera, Moisés, 174, 176, 223, 267
Hinojosa Ruiz, Sinuhé Lizandro, 45, 70, 74
Hirsch Ganievich, Jorge Gustavo, 185, 189, 191
Hmŏk, H'Linh, 248, 262
Hoyos Campo, Lina, 190
Huepa Cortés, Hugo, 1, 11
Huerta Alderete, Cinthia, 272
Huerta Arcos, Lázaro, 174
Huerta Hernández, Arcadio, 214
Huerta Ramirez, Diana Sofia, 58
Huerta Ruelas, Jorge, 107, 108
Huerta Sandoval, Montserrat, 82
Hughes, David H., 1, 15, 19
Huipe Domratcheva, Elizandro, 21, 58
Huipe Domratcheva, Ernesto, 165

Ibarra Armenta, José Guadalupe, 87, 102
Ibarra Escamilla, Baldemar, 97, 205
Ibarra Sierra, Víctor Guadalupe, 225, 232, 251, 257
Ibarra Torres, Juan Carlos, 92, 93
Ibarra Villalón, Hugo Enrique, 84
Ibañez Orozco, Oscar, 108
Ibáñez García, Gabriel Oscar, 178
Ignacio De La Cruz, Juan Luis, 136, 224
Inclán Ladino, Adriana, 81
Inda Esparza, Luis De Jesús, 56
Ipiña, Adriana, 52, 53, 56
Isaac Olivé, Keila, 231
Isasi Siqueiros, Leonardo Fidel, 39
Iturrios Santos, Isabel, 130

J. Machado, Gerard, 80
Jacobo Fernández, Jimena Magdalena, 24, 36, 132
Jacobo Luna, Kyra Cecilia, 34
Jara Jiménez, Angel Ricardo, 145
Jara Jiménez, Jorge, 120
Jara, Ricardo, 146
Jaramillo Nuñez, Alberto, 81
Jaramillo Ávila, Benjamin Raziel, 188, 191
Jaramillo Ávila, Benjamín Raziel, 272, 275
Jauregui Vázquez, Daniel, 82, 97, 98
Jimenez Garcia, Karina, 190
Jimenez Lopez, Francisco Guadalupe, 71
Jiménez Acosta, José Alejandro, 235
Jiménez Cuevas, Paula, 150

Jiménez De La Vega, Nayla, 240
Jiménez Gómez, Guillermo Daniel, 91
Jiménez Mier, José, 190
Jiménez Mier Y Terán, José I., 234
Jiménez Millán, Sebastián, 182
Jiménez Orta, Ricardo, 23
Jiménez Quiterio, Naivy Montserrat, 57
Jiménez Ramos, Brenda Elizabeth, 116
Jiménez Rosales, Angélica, 131
Jiménez Santana, Yulier, 252
Jiménez Sánchez, Ricardo, 125
Jonas, Filip, 256
Juan Jimenez, Ana Marcela, 85
Juarez Mansilla, Carlos Leonardo, 143
Julian Nader, Daniel, 249
Jurado Gómez, Adalberto, 11
Juárez Domínguez, Alexander Joan Cristo, 32, 37
Juárez García, Ana Lourdes, 1
Juárez González, José Abel, 38
Juárez León, Carlos, 140
Juárez Moya, Julianna, 62, 63
Juárez Reyes, Antonio Marcelo, 101
Juárez Rosales, Diego Armando, 159
Juárez Salazar, Rigoberto, 95
Juárez Susano, Jeny, 72
Juárez Villagómez, Christopher, 193
Jácome Suárez, José Miguel, 63, 208, 213
Jáuregui, R., 226
Jáuregui Renaud, Rocío, 64, 65
Jáuregui Vázquez, Daniel, 83, 92, 278

Kajdic, Primoz, 245
Kalinic, B., 276
Kesa, Petr, 256
Kim, D.W., 139
Kirichenko, Aída, 255
Kobashi Margain, Ramon Arturo, 109
Kollamparambil Paul, Arunbabu, 145
Krasavin, Alexey, 83
Krongold Herrera, Yair, 5
Kunold Bello, Alejandro, 225, 232, 251, 257
Kurtz, Stan, 18, 206

Laguna Juárez, Carlos Daniel, 14
Lagunes Gómez, Isabel, 194
Lara, Alejandro, 2, 147, 243
Lara Sánchez, Alejandro, 145, 146, 149, 197
Lara Zea, Emiliano, 178
Lara Álvarez, Alicia, 27
Lauterio Cruz, Jesus Pablo, 84
Lazcano Alonso, Juan Eduardo, 5
Lazzati, Davide, 12, 257
Le Floch, Bertrand, 7
Ledesma Carrillo, Luis Manuel, 278
Ledesma Olmos, Melissa, 31, 33
Lee Alardín, William, 259
Leija Flores, Sao, 71, 74, 75
Lemus Solorio, Martha Angélica, 112
Lerma Hernandez, Sergio Adrián, 249
Lerma Hernández, Sergio Adrián, 185, 188, 191
Ley-Koo, Eugenio, 221
León Flores, Jesús A., 158
León Gómez, Aldo Javier, 80
León Montiel, Roberto De Jesús, 271, 275
León Soto, Gerardo, 55, 56
León Vargas, Hermes, 144, 146
Linares Cedeño, Francisco Xavier, 67, 71
Lindero Hernández, Miguel, 105
Lira Galeana, Carlos, 232
Liu, Z., 139
Lizarraga Brito, Jorge Alfonso, 141
Lizarraga Medina, Eder German, 90
Lizárraga Rubio, Víctor Manuel, 102
Llamas Castro, Carlos Antonio, 65, 66
Loaiza Brito, Oscar, 252
Lobo Guerrero, Gehenna, 167
Loera González, Pablo Armando, 3
Loinard, Laurent, 18, 206
Lomeli Ponce, Geraldine, 49
Longinotti, Anna Lia, 5, 237
Lopez Camara Ramirez, Diego, 257
Lopez Ibarra, Julio, 27
Lopez Moreno, Enrique, 129, 243
Lopez Velazquez, Gustavo, 141
Lopez-Mago, Dorilian, 80, 214, 233
Lopez-Tellez, Juan Manuel, 64, 83
Lora Castellanos, Verónica, 209
Loredo Ramírez, Samantha Ana Cristina, 68
Lozada Gregorio, Brian, 259
Lozada Morales, Rosendo, 262
Lucio Martínez, José Luis, 187, 188, 190, 273
Lugo Jimenez, Jorge, 96
Luna, Abraham, 8, 22
Luna Castellanos, Abraham, 4, 19, 213
Luna Cuervo, Edwin, 169
Luna, Esteban, 262
Luna Lopez, Jose Alberto, 85
Luna Ramos, Salma Cristina, 142
Luna Rivero, Laura, 185
Luque-Morales, Priscy Alfredo, 89
López Aparicio, Jehú, 196
López Baca, David Isac, 53
López Bernal, Diego, 258
López Cabrera, Daniel, 96
López Cacique, Azucena, 198
López Calderón, Isaac Edmundo, 106
López Coello, Límbano Iván, 111
López Cruz, Elías, 27, 29, 123
López Cámara Ramírez, Diego, 12, 21
López Dieguez, Yanelis, 83
López Domínguez, Julio César, 73, 75
López Durán, Miguel Ángel, 237
López Esparza, Cuauhtémoc Alejandro, 161
López Estopier, Rosa Elvia, 97

López García, María De Lourdes, 187
López González, José Luis, 190
López Jacinto, Dai, 190
López Laurrabaquio, Guadalupe, 133
López León, Claudia Mónica, 202
López Lima, Carlos, 275
López Lima, Eduardo, 191
López Lugo, Diego, 89
López López, Máximo, 107, 108
López Martínez, Wilson, 111
López Mata, Marco Antonio, 45
López Miranda, José Alonso, 275
López Mireles, Daniela Abigail, 185
López Monsalvo, César, 51, 71, 175
López Monsalvo, César Simón, 226, 245, 261
López Oritz, Omar Eulogio, 223
López Ortega, Alfredo, 77
López Pacheco, Germán, 155, 175
López Paleta, Natalia, 110
López Rayón, Fernando, 207
López Rocha, Gerardo Gabriel, 38
López Romero, Mauricio, 190
López Salazar, José Iván, 176, 223
López Saldívar, Julio Alberto, 186
López Sandoval, Sergio Alejandro, 217
López Suarez, Luis Alberto, 69
López Sánchez, Jessica, 141
López Titla, María Margarita, 117
López Toxqui, María Lyzeth, 118
López Téllez, Juan Manuel, 229
López Velázquez, Gustavo, 46, 192
López Vázquez, Alejandra, 190
López-Moreno, Enrique, 236, 242
López-Padilla, Gamaliel, 53, 56

Macedonio Cruz, Rocio, 67
Macias Loera, Jose Manuel, 7
Macías Reyes, Alfonso, 174
Macías Salinas, Ricardo, 184
Madrigal Melchor, Jesús, 162, 275
Maelo, Andy, 154
Magaña, J.J., 117
Maia Pimenta, Wanderson, 230
Malagón Sánchez, Araceli Paola, 183
Maldonado, Ivonne, 267
Maldonado Villamizar, Félix Humberto, 190, 272
Maltseva, Olga, 56
Mancilla Xinto, Nestor Raul, 278
Manríquez Cobián, Natalia, 83
Manzanares Martínez, María Betsabé, 88
Marcos Viquez, Alma Lorena, 130
Marie, Xavier, 257
Marinelli, Antonio, 9, 12
Marino, Giuseppe, 83
Marquez, Luz, 117
Marquina Fábrega, María Luisa, 152, 163, 164, 167, 174
Marroquin Cano, Sergio Flavio, 43
Martinell Benito, Julio Javier, 107, 220
Martinez Ara, Luis Arturo, 152
Martinez Berumen, Pablo Ivan, 191
Martinez-Gonzalez, Jose Adrian, 62
Martinez-Rios, Alejandro, 78
Martín Ruiz, José Alberto, 273, 279
Martínez Aguilar, Espiridión, 248, 262
Martínez Aldama, Mary Loli, 8
Martínez Antonio, Agustino, 54
Martínez Ara, Luis Arturo, 165
Martínez Blanco, Ma. Del Rosario, 112, 160
Martínez Cantón, Adriana Erika, 150, 169
Martínez Castro, Jesús Alberto, 113
Martínez Dávalos, Arnulfo, 111, 119
Martínez Flores, Cesar, 220
Martínez Fuentes, Marco Antonio, 249
Martínez García, Eric Emmanuel, 228
Martínez Gonzalez, Jose Adrian, 206
Martínez Guerra, Edgar, 217
Martínez Guerrero, José María, 87
Martínez Guerrero, Miguel Cuauhtli, 25, 26, 29, 33, 35, 36, 201
Martínez Hernández, Mario Iván, 108, 109, 115, 143, 250
Martínez Herrera, José Guillermo, 270
Martínez Huerta, Humberto, 266
Martínez López, Juan Carlos, 100
Martínez Mares, Moisés, 154, 156, 158
Martínez Martínez, María Teresa, 181
Martínez Mendoza, Andrei Jesús, 189, 192
Martínez Mendoza, José Refugio, 167
Martínez Miranda, Diego, 188
Martínez Navallez, Daniel Isac, 41
Martínez Orozco, Juan Carlos, 112, 150, 151, 160, 161, 168, 172–174, 263, 272
Martínez Pérez, Jorge, 141
Martínez Quiroz, Enrique, 212
Martínez Rosado, Raúl, 153
Martínez Ríos, Alejandro, 278
Martínez Salcedo, Jeremías, 184
Martínez Sanchez, Michael Adan, 220
Martínez Trujillo, Miguel, 127
Martínez Valdez, Alfonso, 140
Martínez Valencia, Horacio, 67, 100, 103
Martínez Vieyra, José, 140
Martínez Vázquez, Luis Artemio, 14, 23
Marín Lambarri, Daniel José, 210
Masqué, Josep María, 3, 18
Masqué Saumell, Josep Maria, 206, 235
Massillon-Jl, Guerda, 113
Mata Ramirez, Jorge, 162
Matos Chassin, Tonatiuh, 69, 224, 250
Matsubara, Yutaka, 12
Mattei, G., 276
Mattei, Giovanni, 83
Matutes Aquino, José Andrés, 131
Maury Cuna Georfrey, Humberto Israel, 49, 83
Maytorena Córdova, Jesús Alberto, 170

Mayya, Divakara, 8, 22
Mayya, Yalia Divakara, 229
Medel Portugal, Carlos, 254
Medellín González, Stefany Guadalupe, 2
Medina Carrillo, Benjamín, 144
Medina Herrera, Andrés, 190
Medina León, Miguel Ernesto, 110
Medina Magallón, José Eduardo, 160, 163, 176
Medina Rangel, Salvador Abraham, 4
Medina, Sac, 206
Medina Velazques, Dulce Yolotzin, 51
Megchum Ruedas, Carlos Alberto, 84
Mejia Ambriz, Julio, 225
Mejia Ambriz, Julio Cesar, 55, 199
Mejia Gamboa, Ulises, 114
Mejía Ambriz, Julio Cesar, 6
Mejía Rosales, Sergio Javier, 176, 244
Meliani, Zakaria, 14
Melnikov, Alexander, 218
Melo Máximo, Dulce, 134
Mendez Gonzalez, Maria Magdalena, 88, 89, 125
Mendez Gurrola, Iris Iddaly, 212
Mendez Mendez, Franklin, 128
Mendez Montes De Oca, Jose Luis, 180
Mendoza Alvarez, Julio Gregorio, 150
Mendoza Andrade, Nidia, 108
Mendoza Espinosa, Paola, 259
Mendoza Flores, Juan Antonio, 24
Mendoza Gómez, Octavio, 115
Mendoza Huizar, Luís Humberto, 180
Mendoza Luna, Luis Guillermo, 128, 217
Mendoza Méndez, Patricia, 185
Mendoza Ramos, Sergio, 218
Mendoza Rodríguez, Cecibet, 95
Mendoza Suárez, Alberto, 160, 162–164, 176
Mendoza Torres, José Eduardo, 147
Mendoza Vázquez, Sergio, 78, 98
Mendoza Álvarez, María Eugenia, 248
Mendívil Reynoso, Temístocles, 195
Meneses Fabián, Cruz, 95
Menten, Karl, 18
Merabia, Samy, 250
Mestak, Ondrej, 256
Meza Aguilar, Salvador, 87
Meza Domínguez, Jorge Dettle, 31
Meza Montes, Lilia, 200
Michieli, N., 276
Michieli, Niccolo, 83
Michua Camarillo, Antonio, 59, 60
Miguel Colín, Osvaldo, 148
Miguel Eugenio, Alexis, 155
Miki Yoshida, Mario, 131
Millán Malo, Beatriz Marcela, 177, 182, 200
Miniya, Mohammed, 172
Mirabal García, Manuel, 38
Miralrio, Alan, 66
Miralrio Pineda, Alan Joel, 251
Miranda, Carlos, 20
Miranda Durán, Álvaro, 130, 157, 158, 166, 208, 219, 274
Miranda Guevara, Brenda, 99
Miranda Martín Del Campo, Javier, 24
Miranda Rocha, Carlos Eugenio, 178
Miranda Romagnoli, Pedro Amado, 5
Mirto López, Moisés, 46
Miró Trejo, Santiago José, 145, 148
Mitsoura, Eleni, 111, 231
Mochán Backal, Luis, 175
Moctezuma Martiñón, Rosario, 177
Mojarro Ramírez, Miguel Abraham, 170
Molina Gonzalez, Ramon Noel, 35
Molina González, Jorge Alberto, 91, 280
Molina Granados, Georgina Marisol, 58
Molina Mil, Trinidad, 44
Molina Valdovinos, Sergio, 156, 157, 238
Molina Zavala, Rafael, 21
Molinar Tabares, Martín Eduardo, 41, 73, 88
Mondragón Suárez, José Humberto, 67, 222, 249
Monjaras Jimenez, Daniel Eduardo, 131
Montaña, Alfredo, 17
Montaña Barbano, Alfredo, 1, 8, 9, 17
Montaño Domínguez, Javier, 138, 140, 209, 218
Montaño Jaramillo, Iván, 27
Montejano Carrizales, Juan Martin, 130, 133
Montejano Carrizales, Juan Martín, 219
Monterde Andrade, Fernando, 147
Montero Cabrera, Maria Elena, 131
Montero Franco, Rubén Enrique, 197
Montes Pérez, Areli, 82, 86, 215
Montiel Pérez, Andrea, 258
Montoya Zarate, Jorge, 201
Moo Chable, Pablo, 114
Mora Garzón, Luis Carlos, 111
Mora Ramos, Miguel Eduardo, 161
Morales Avila, Enrique, 231
Morales Cruzado, Beatriz, 90
Morales Espinoza, Cristian, 195
Morales Olivares, Oscar Gustavo, 250
Morales Pacheco, Yolotzin Mariana, 217
Morales Rivera, Gibran, 13
Morales Sánchez, José Elpidio, 65
Morales Sánchez, Marco Antonio, 55, 165
Morales Vidales, José Abraham, 24, 36
Morales Xique, Jacqueline, 37
Morales Zamudio, Ángela, 97
Morales-Soto, Jorge Antonio, 253
Moranchel Y Rodriguez, Mario, 133
Moreira Galván, Pablo Enrique, 102
Moreno Acosta, Miguel Angel, 198
Moreno Barbosa, Eduardo, 109–111, 115, 118–120, 146, 148, 232, 258
Moreno, Eliud, 214
Moreno Razo, José Antonio, 178, 259
Morin Castillo, Maria Monserrat, 59, 62

Mosso Rojas, Miroslava, 69
Mota Esteves, Roberto Daniel, 30, 31, 42, 76
Mota Grajales, Rafael, 84
Muhl, Stephen, 249
Munive, Erick, 140
Munive Parra, Joaquín, 158
Muraki, Yasushi, 12
Murillo, Ghiraldo, 214
Murrieta Cuevas, Edgar, 148
Muñoz Aguirre, Narcizo, 198
Muñoz Aguirre, Severino, 193, 194, 198, 199
Muñoz Bassol, Bernardo, 7
Muñoz Bassol, Sebastian, 7
Muñoz Diosdado, Alejandro, 36, 113, 117, 119
Muñoz Martínez, Luis Angel, 59
Muñoz-Castro, Álvaro, 127
Márquez Sánchez, Andrea Margarita, 35
Márquez-López, Mireya-Estefany, 41
Méndez Dzul, Héctor, 91, 96
Méndez Fragoso, Ricardo, 190, 221
Méndez, Francisco, 136
Méndez Otero, Marcela Maribel, 79
Méndez Sánchez, Rafael Alberto, 242

Nahmad Molinari, Yuri, 58, 185
Najera López, Ma. De Lourdes, 243, 262, 279
Narayama Sosa, Akari, 130
Naumann, L., 139
Nava Bencheikh, Aida Hortensia, 7, 20
Nava Castro, Miguel Angel, 183
Nava Granados, Julieta, 20
Nava Maldonado, Flavio Manuel, 151
Nava Moreno, Araceli, 17
Navarrete Alzate, Natallia Andrea, 176, 223
Navarro Chávez, Oracio, 157, 165
Navarro Durán, Danaheb Naomi, 70, 74
Navarro, Oracio, 217, 271
Negrete Aragón, Sebastián, 133
Negrete Peñaloza, Castalia Alenka, 8
Negrete Regagnon, Pedro, 97
Neri Rosas, Miguel, 140
Nettel Rueda, Francisco, 226, 261
Newton Bosch, Bertha Jania, 145
Nicasio Hidalgo, José De Jesús, 277
Niembro, Tatiana, 243
Nieto Caballero, Fabiola Gabriela, 85
Nieto Delgado, Pablo Guillermo, 65, 66
Nieto Pérez, Martín De Jesús, 105, 216
Nieves Acosta, Joana Cecilia, 113
Niz Quevedo, Gustavo, 3, 228
Niño Cabrero, Dante Misael, 244
Noriega Papaqui, Roberto, 5
Norzagaray Márquez, Carlos Alfredo, 70, 74
Núñez González, José, 60
Núñez Yépez, Hilda Noemi, 31, 69

O. Bredice, Fausto, 104
Obeso Jureidini, Juan Carlos, 245
Obregón Díaz, Octavio José, 73
Ocampo García, Blanca Eli, 231
Ocampo Salgado, Daniela, 88
Ocegueda Miramontes, Manuel Iván, 213
Ochoa Blancas, Norberto José, 221
Ochoa Lara, Martha Teresita, 133
Ochoa López, Lorena Del Carmen, 38
Ochoa Ortíz, Carlos Alberto, 26
Ojeda, Arian, 20
Ojeda Guillén, Didier, 76
Olea Mejía, Oscar F., 253
Olguín Iglesias, Alejandro, 6, 13
Olguín Melo, Daniel, 159
Olguín Ruiz, Lorenzo, 10, 16
Olgín Iglesias, Alejandro, 5
Oliva Leyva, Maurice, 275
Olivares Jiménez, Luis Alfonso, 114, 237
Olivares Pilón, Horacio, 232
Olivares Rentería, Georgina, 190
Oliver Gutiérez, Alicia, 126
Olmos Rincón, José, 223
Olmos Velderrain, Daniela, 97, 195
Olvera Santamaría, Miguel Ángel, 82, 99
Ordaz Plata, Jorge, 104
Ordonez Toro, Norida Jazmín, 3
Ordóñez Toro, Jazmín, 206
Oropeza Barrera, Cristina, 148
Oros Pantoja, Rigoberto, 231
Orozco Duarte, Rogelio, 7
Orozco Guzmán, Eduardo David, 179
Orozco Sandoval, Maria Guadalupe, 267
Orrala Legorreta, Isaac David, 54, 57
Ortega Cabrera, Jesús Javier, 154, 174
Ortega Mendoza, José Gabriel, 135
Ortega Morales, Juan Guadalupe, 82, 92
Ortega Zarzosa, Gerardo, 167
Ortiz Aguirre, Daniel Alejandro, 56
Ortiz Cardona, Carlos Andrés, 190
Ortiz Gonzalez, Carlos Alberto, 73, 75
Ortiz Gutiérrez, Mauricio, 87, 92, 93
Ortiz Jimenez, Orlando, 131
Ortiz Madrigal, Néstor Enrique, 17
Ortiz, Mariana, 2
Ortiz Nuño, Sebastian, 177
Ortiz Rodríguez, José Manuel, 172, 263
Ortiz-Quiñonez, Jose-Luis, 135, 165
Ortíz Gutiérrez, Mauricio, 49, 83, 91, 96
Ortíz-Chi, Filiberto, 246
Oseguera Peña, Joaquin Esteban, 134
Osorio Archila, Joselyn Mabel, 7
Osorio Caballero, Jorge Alberto, 23, 25
Osornio Plancarte, Michell Alejandra, 182
Otero Hernández, José Antonio, 134, 153, 254, 258, 264
Oubram, Outmane, 157, 172, 212
Oviedo Aguilar, Fryda Susana, 10

P. Hidalgo, Belen, 42
P. Torres, Juan, 80
Pacheco Pacheco, Marquidia, 247
Pacheco Sotelo, Joel, 247
Padilla Rosales, Isela, 267
Padrón-Godínez, Alejandro, 188, 263
Paic, Guy, 196
Pal, Umapada, 135, 165
Palestino Díaz, Iñaki, 114
Pallares, Jaime Antonio, 167
Palma Alejandro, Karla Denaly, 256
Palomares Amado, Jose Carlos, 103
Palomeque Avalos, María Fernanda, 150, 169
Palomino Merino, Rodolfo Martín, 109
Palomino Ovando, Martha Alicia, 259
Palomino Rojas, Luis Alberto, 184
Palomino-Ovando, Martha, 160, 169
Panecatl-Bernal, Yesmin, 160, 169
Parada Flores, Angel Octavio, 31, 33
Paredes Gutierrez, Rosario, 182
Paredes Maldonado, Ricardo, 59
Paredes Marquez, Jhonnayker David, 11
Paredes Rocha, Emmanuel, 214
Paris Mandoki, Asaf, 64
Park, Hyunwook, 247
Parrilla De La O, Laura Luz, 69
Passeri, Daniele, 134
Pastrana Sánchez, María Del Rosario, 1
Patiño Salazar, Miguel Enrique, 196
Patlán Cardoso, Fernando, 108
Paul Edwards, James, 241, 270, 277
Pavon Torres, Omar, 243
Pavía Y Miller, Carlos Germán, 30, 31, 42
Pazos Ospina, Jhon Fernando, 48
Pech Y Aké, América, 91, 96
Pedraza Ortega, Omar, 69
Peralta García, Jorge, 89
Peralta Martinez, Luis Alberto, 30
Peralta Sánchez, Edgar, 9
Percino Zacarias, María Elizabeth, 39, 88, 99
Perea Contreras, Sebastian, 146
Perez Carrasco, Christian, 51
Perez Castillo, Isaac, 76, 170, 233
Perez Cortés, Mario, 49, 83
Perez, Enrique, 20
Perez Huerta, José Samuel, 275
Perez Lorenzana, Abdel, 211
Pernas Salomón, René, 161
Pernechele, Claudio, 4
Peréz Hernandéz, Marylin, 114
Peña Arellano, Fabián Erasmo, 197
Peña Gil, José Juan, 275
Peña Gomar, Mary Carmen, 98
Peña Prado, Perla Karina, 201
Peña Saint Martín, José H., 1, 11, 14
Piacentini, Rubén, 52, 53, 56
Pichardo Molina, Juan Luis, 93
Pilatowsky Cameo, Saúl, 185, 191
Pineda Reyes, Viridiana, 226
Pineda Santamaría, Juan Carlos, 24
Pinto Rafael, María Inés Teresa, 196
Piraux, Luc, 253
Pizio, Orest, 179
Piña Félix, Andrés, 34
Piñón Reyes, Alejandro, 159
Platas, Kebin, 140
Podesta, Pedro, 114
Poiré De La Cruz, David Ricardo, 136, 224
Policroniades, Rafael, 214
Polito Haro, Francisco, 109
Polito Lucas, Jorge Alberto, 48, 81, 158
Polo Parada, Luis, 195
Ponce De León Villanueva, Yenisey Del Rocío, 87, 91–93, 96
Ponce Perez, Rodrigo, 217
Ponce Soberanis, Ramón, 73
Ponce-Díaz, Rodrigo, 229
Pontrelli, Giuseppe, 259
Portillo Rodríguez, Juan Arturo, 178
Portillo Vazquez, Manuel Roberto, 38
Pottiez, Olivier, 84
Prado Pano, Blanca, 58
Prata De Almeida Tapia, Nicole, 177
Preisser, Luis, 243, 245
Prieto Ruiz, Ángel, 141
Puch Ceballos, Felipe Román, 156
Puente Díaz, Luis Eduardo, 175
Puga Candelas, Alejandro, 206
Páez Amaro, Ricardo Thaddeus, 115
Pérez Aguilar, Héctor, 160, 162–164, 175, 176
Pérez Aquino, Víctor Julián, 40
Pérez Barragán, José Francisco, 76
Pérez Bravo, Omar Jorge, 46
Pérez Calixto, Daniel, 37
Pérez Cortés, Antonio, 75
Pérez Cortés, Mario, 87, 91–93, 96
Pérez De Dios, Amaury, 25
Pérez Flores, Julio Alfonso, 33
Pérez García, Gilbert Francis, 92
Pérez Gutiérrez, Francisco Gerardo, 90
Pérez Herrera, Erick Yotam, 154
Pérez Huerta, José Samuel, 162
Pérez León, José Enrique, 22
Pérez Lobato, Guillermo Alejandro, 28, 37, 45, 129, 243
Pérez, Luis Antonio, 130, 158, 219
Pérez López, Israel Omar, 248
Pérez López, José Elías, 274
Pérez López, Luis Antonio, 130, 157, 166, 208, 230
Pérez Martínez, Ricardo, 280
Pérez Mazariego, José Luis, 158, 159
Pérez Monjaraz, Fabián Ulises, 78
Pérez Monzón, David, 63, 208, 213
Pérez Moroyoqui, René, 108
Pérez Nieto, Malinalli, 23

Pérez Patricio, Madaín, 265
Pérez Pedraza, Julio César, 153
Pérez Portillo, Sonia María, 26, 33, 35
Pérez Rincón, Ricardo Yael, 6, 13
Pérez Rodríguez, Alain, 195
Pérez Rodríguez, Elías Andres, 20
Pérez Rodríguez, Felipe, 134, 158, 170
Pérez Romero, Luis Gerson, 24, 101
Pérez Ruiz, Daniel Michell, 87
Pérez Sanchez, Gerardo Francisco, 82
Pérez Tijerina, Eduardo, 225
Pérez Tijerina, Eduardo Gerardo, 22, 105
Pérez Velasco, Diana Laura, 231
Pérez Villegas, María De Los Angeles, 204
Pérez Zúñiga, Adrián, 65, 66
Pérez Álvarez, Rolando, 161, 238
Pérez-Bernal, Francisco, 279
Pérez-Rodríguez, Felipe, 154

Que Salinas, Silvano Ulices, 50, 59
Quezadas Vivian, Brenda, 138, 140
Quihui Cota, Luis, 45
Quintana García, Manuel, 123, 159
Quiroga-González, Enrique, 261
Quirós Rojas, Marianela, 8
Quiñones Flores, Abraham Alejandro, 209
Qureshi, Naser, 87

Rabinovich Likhtman, Vladimir, 68
Raboño Borbolla, Joaquín Gerardo, 190
Raga, Alejandro, 223
Raga Rasmussen, Alejandro, 3, 9, 14, 16
Ramirez Alvarado, Juan Eduardo, 20
Ramirez Bermudez, Luis Alberto, 14, 23, 40, 57
Ramirez Garcia, Mateo, 148
Ramirez Reyes, Abdiel, 26, 35, 53, 94, 212
Ramirez Sandoval, Osiel, 26
Ramos Lara, María De La Paz, 23, 122
Ramos López, Gonzalo, 216
Ramos Mendéz, José, 232
Ramos Méndez, Jose Asunción, 119
Ramos Ortiz, Gabriel, 96
Ramos Regino, Liliana Michelle, 137, 200
Ramos Reyes, Antonio, 59, 61, 62
Ramos Órtiz, Gabriel, 77, 79
Ramírez Alarcón, Roberto, 77
Ramírez Aragón, Jonathan, 96
Ramírez Beltran, Victor Olenin, 148
Ramírez Cancino, Jhony Eredi, 180
Ramírez Cruz, Nadia, 36
Ramírez García, Mateo, 145, 148
Ramírez Guadarrama, Dalia Lucero, 148
Ramírez Hernández, Abelardo, 182
Ramírez Herrera, María Teresa, 54
Ramírez Martínez, Fernando, 190
Ramírez Pacheco, Carlos, 52
Ramírez Piña, Carlos, 55
Ramírez Ramírez, Filiberto, 242
Ramírez Rincón, Jorge Andrés, 87
Ramírez Trino, Eddy Ariel, 68
Ramírez Zavala, Sergio Iván, 80
Ramírez Zavaleta, Fernando Iguazú, 43, 44, 46, 138, 140, 142, 209, 218, 270
Ramírez Álvarez, César Omar, 236
Ramírez Álvarez, Elizeth, 43, 78
Ramírez Álvarez, Pedro Luis, 103
Ramírez-González, Pedro Ezequiel, 50
Ramírez-Hernández, Abelardo, 178
Rangaswamy, Devaraj, 8
Rangel Altamirano, Axel Eduardo, 17
Rangel Cardenas, Jesus Antonio, 98
Rangel, Eduardo, 66
Rangel López, Azahel De Jesús, 65, 66
Rangel Recio, Irma, 47
Rangel Rojo, Raúl, 83, 90
Rangel-Rojo, Raúl, 276
Ravelo Acuña, David, 66
Raya Alvarez, Guillermo L. De J., 112
Raya Farías, Isaí, 70, 241
Raya Montaño, Alfredo, 138, 153
Raygoza Sáchez, Karen Yahaira, 276
Raygoza Sánchez, Karen Yahaira, 83
Raymond Herrera, Oscar, 248
Rebollo Plata, Bernabe, 132
Rechtman, Raul, 59
Rechtman Schrenzel, Raúl Mauricio, 231
Regules Medel, Héctor David, 108
Rentería Lartundo, Arturo, 1, 11
Rentería Monterrubio, Ana Luisa, 62, 63
Restrepo Parra, Elisabeth, 48
Retamoza Vega, Fernando, 112
Retes Romero, Ricardo, 22
Reyes Ayona, José Roberto, 98, 278
Reyes Ferrer, Brandon Alejandro, 273
Reyes Gutierrez, Cielo Guadalupe, 21
Reyes Jaramillo, Jose Carlos, 8
Reyes López, Eduardo Alfonso, 35
Reyes Nava, Margarita, 61
Reyes Pérez Montañez, Francisco Alejandro, 18
Reyes Romero, Pedro Guillermo, 67, 100, 103
Reyes Villagrana, Juan Carlos, 32, 33
Reyes Villagrana, Raúl Alberto, 32, 33, 62, 63, 122
Ribas Ariño, Jordi, 248, 262
Ricalde Cab, Lifter Omar, 91, 96
Ricardez Vargas, Ibis, 89
Rico Botero, Víctor Manuel, 97
Rico Martínez, Ramiro, 43
Riera Aroche, Raúl, 41
Riley, Pete, 252
Rios Padilla, Jose De Jesus, 73
Rios Salgado, Alfonso David, 57
Rivas Ramírez, Juan José, 68
Rivas Silva, Juan Francisco, 151
Rivera Brown, Mariel, 128

Rivera Franco, Flor Marlenne, 35
Rivera Islas, Marco Antonio, 43
Rivera Muñoz, Eric Mauricio, 200
Rivera Ortiz, Pedro Ruben, 7, 23
Rivera Pérez, Emmanuel, 188
Rivera Rebolledo, José Manuel, 137
Rivera Rodríguez, Homar, 64
Rivera Velázquez, Joaquín, 175
Rivera-Ortiz, Pedro Ruben, 231
Riveros Rotge, Hector G., 261
Roach, Timothy, 230
Robledo Martínez, Arturo, 240
Robledo Sánchez, Carlos Ignacio, 82, 86, 95
Robles Hernández, Israel, 194
Robleto Orús, Aitor Carlos, 235
Rocha, Alejandra, 8
Rocha Carreón, Eduardo, 150, 169
Rocha Mendoza, Isael, 83
Rocha Mendoza, Israel, 276
Rodrigues Souza De Mendonça, Rafael, 147
Rodriguez, Carlos, 20
Rodriguez Cobos, Amparo, 152, 155
Rodriguez Cubillos, Steven Orlando, 111
Rodriguez Jorge, Luis Felipe, 18
Rodriguez Lara, Blas Manuel, 190
Rodriguez Martinez, Mario, 54
Rodriguez Olivares, Alberto Bernabé, 177
Rodriguez Rico, Carlos A., 18
Rodriguez Torres, Andrea Guadalupe, 66
Rodriguez Valencia, Diana Laura, 79
Rodríguez Albarrán, María José, 100
Rodríguez Alejandre, Jorge Luis, 264
Rodríguez Alemán, Suset, 264
Rodríguez Almanza, Daniel, 35
Rodríguez Betancourtt, Verónica María, 94
Rodríguez Cahuantzi, Mario, 108, 138, 143, 250
Rodríguez Cobos, Amparo, 42, 171
Rodríguez Domínguez, Adán Rubén, 127
Rodríguez Gallegos, Ruth, 39
Rodríguez García, Carlos Eduardo, 220
Rodríguez González, Ary, 9, 14, 23
Rodríguez González, Rogelio, 156, 264
Rodríguez Guijarro, Gabriel, 173
Rodríguez Guillén, Daniel, 190
Rodríguez Jorge, Luís Felipe, 206
Rodríguez Kessler, Peter Ludwig, 127
Rodríguez Lara, Blas Manuel, 191, 272, 275
Rodríguez Magdaleno, Karla Arely, 173, 272
Rodríguez Martínez, Jaime, 108
Rodríguez Martínez, Mario, 16, 21, 55, 72, 195
Rodríguez Meléndez, Luz Silvana, 98
Rodríguez Merino, Lino Héctor, 229
Rodríguez Nava, Héctor Jesús, 187, 188
Rodríguez Puebla, Aldo, 17
Rodríguez Ramos, Reinaldo, 153
Rodríguez Rico, Carlos Alanías, 206
Rodríguez Rodríguez, Nick Antonio, 42
Rodríguez Romo, Suemi, 108
Rodríguez Sánchez, María José, 148
Rodríguez Torres, Marcos, 199
Rodríguez Vargas, Isaac, 156, 157, 161, 238, 264
Rodríguez Villafuerte, Mercedes, 111, 119
Rodríguez-Carreón, Victoria Celeste, 78
Rodríguez-González, Ary, 223, 231
Rodríguez-Herrera, Oscar G., 229
Rodríguez-Lara, Blas Manuel, 188
Rodríguez-Nuñez, Omar, 229
Roja Cacho, Maria Fernanda, 62
Rojas Acosta, Luis Antonio, 133
Rojas Briseño, Jose Guadalupe, 160
Rojas Castañeda, José Luis, 93
Rojas Jiménez, Rodrigo Isaac, 113, 117
Rojas Laguna, Roberto, 82, 83, 92, 98, 278
Rojas Rodríguez, José Fernando, 258
Rojas Ruiz, Eva Mayra, 128
Rojas Xochimitl, Jeny, 22
Rojas-Santana, Arturo, 80
Roman Taboada, Pedro, 232
Romero Aguado, Rubén Francisco, 196
Romero González, Cecilia, 90
Romero Hernández, Esmeralda, 2, 6, 54, 55, 105, 225
Romero, Ismael, 269
Romero Limón, Humberto, 112
Romero Martínez, Martín, 152, 163, 164, 167
Romero Moreno, Pedro, 152
Romero Méndez, Ricardo, 90
Romero Rochín, Victor Manuel, 182
Romero Rochín, Víctor, 245, 276
Romero Servin, Sergio Augusto, 89, 246
Romero-Martínez, Martín, 174
Romo Cárdenas, Gerardo Salvador, 89
Romo Herrera, José Manuel, 125
Román Acosta, Jesús Emmanuel, 73
Román Herrrera, Johnatan Osvaldo, 67
Román, Joel, 59
Rosa González, Daniel, 237
Rosales Pulido, Andrea, 113
Rosales Quintero, José Eduardo, 71
Rosales Reyes, Walter Andre, 200
Rosales Zárate, Laura E. C., 276
Rosas Burgos, Rodrigo Arturo, 38, 93
Rosas Gutiérrez, Jesús Antonio, 27, 197
Rosas Huerta, José Luis, 163, 164, 167
Rosendo Francisco, Porfirio Domingo, 131
Rostro González, Horacio, 112
Rowe, Samuel, 19
Rubalcava García, Iraís, 72, 75
Rubio Osornio, Moisés, 113
Rubio Ponce, Alberto, 159, 175
Rubio, Álvaro, 188
Rubo, Yuriy, 231
Rueda Paz, Juvenal, 187
Ruiz Baxin, Suzuki Alejandra, 185
Ruiz, Elfego, 262

Ruiz Estrada, Honorina, 185
Ruiz Garcia, Jaime, 181, 184, 261
Ruiz García, Jaime, 257
Ruiz González, Joselyn, 154
Ruiz Pérez, Víctor Iván, 92, 98
Ruiz Sánchez, Ricardo, 231
Ruiz Trejo, César, 114
Ruiz Veloz, Guadalupe Misael, 195
Ruiz-Cabrera, Miguel A., 156
Rurali, Ricardo, 208, 280
Ruz Cuen, Juan Pablo, 114
Ruz Cuen, Rodrigo, 114
Ruíz Pérez, Víctor Iván, 78
Ruíz Rubio, Javier, 156
Ríos Pimentel, Fernando Francisco, 125

S. Santiago, Kisel, 42
Saavedra Romero, Andrés Alfonso, 110
Sabin, Laurence, 8, 10
Sacahui Reyes, Jose Rodrigo, 7
Sadati, Monirosadat, 206
Sagaceta Mejía, Alma Rocío, 67, 222, 249
Salado Trinidad, Diego Abel, 172
Salas Brito, Alvaro Lorenzo, 31, 69
Salas Casales, Patricia, 269
Salas Gamez, Gerardo, 128
Salas, Luis, 262
Salas Montiel, Rafael, 207
Salas Zepeda, María Guadalupe, 128, 226
Salas-Montiel, Rafael, 81
Salazar Amaya, Mario, 94
Salazar Cravioto, José Humberto, 216
Salazar Ibargüen, Humberto, 248
Salazar Kuri, Ulises, 87, 151
Salazar Martínez, Oscar Manuel, 80
Salazar Posadas, Fernando, 157, 166, 236, 274
Salazar Ramírez, Manuel, 76
Salceda-Delgado, Guillermo, 78
Salinas, Jordi, 267
Salinas Miranda, Marco Antonio, 7
Salinas Samaniego, Federico, 105
Salinas Soto, Carlos Andrés, 182
Salto Alegre, Cristina, 160, 163
Sambriski, Edward, 182
Sampayo, Oscar Alfredo, 269
San Vicente Tapia, Omar Alfonso, 116
Sanchez Arellano, Arsenio, 275
Sanchez Colina, Maria, 154
Sanchez Henkel Moreno, Juan Pablo, 14
Sanchez Vega, Miguel Antonio, 120
Sandoval Magallanes, Luis Martín, 56
Sandoval Salazar, Saúl Alejandro, 24, 36
Sandoval Santana, Juan Carlos, 182, 225, 232, 251, 257
Sandoval Villalbazo, Alfredo, 67, 222, 249
Santacruz Belmontes, Miguel Ángel, 81, 84
Santamaria Ortiz, Ruben, 61
Santamaría Holek, Iván, 178, 183
Santamaría Juárez, Efrén, 81, 99
Santamaría Najar, Jesús Iván, 146
Santana, José Eduardo, 158
Santana Sánchez, José Eduardo, 208, 219
Santiago Acosta, Rubén Darío, 134, 202, 254
Santiago, Alberto, 243
Santiago Hernandez, Alberto, 149
Santiago, Jose Antonio, 183, 253
Santillán, Moisés, 247
Santos Guevara, Ayax, 26
Santos Silva, Roberto Alejandro, 252
Santoyo Salazar, Jaime, 107, 108
Santoyo Valdez, Francisco Alberto, 270
Sastré Hernández, Jorge, 44, 155, 167
Saucedo González, Vicente, 53
Saucedo Morales, Julio Cesar, 3
Sauzameda González, Mauricio, 2, 11, 133
Schaeffer, Satu Elisa, 267
Schubert Baumgartel, Christian Johannes, 241, 270, 277
Schubert, Christian, 68, 70, 141, 142
Schützer, André, 7
Sefc, Ludek, 256
Segovia, Paulina, 83
Segura Piña, Daniel, 1, 11, 14
Segura Zavala, Josafat Alonso, 133
Sergeeva, Maria, 225
Sergeeva, María, 52, 54–57
Serrano Bernal, Enrique Omar, 4, 8
Serrano Juárez, Derian Leonel, 24
Serrano Medina, Sac Nicte Xiomara, 18
Serrano-Heredia, Alfonso, 229
Serrato Mireles, Iris Eunice, 129, 264
Sevilla Pérez, Francisco Javier, 85, 191, 245, 252, 254, 260, 273, 278
Siebe Grabach, Christina, 58
Sierra Hernández, Juan Manuel, 82, 83, 92, 98, 278
Silva Alvarado, Erika Coromoto, 278
Silva Apango, David, 194, 198
Silva, Carlos, 79
Silva Castro, Jorge Antonio, 207
Silva Gonzalez, Rutilo, 87
Silva Juárez, Claudia Verónica, 42, 152, 155, 171
Silva Ortiz, Juan Manuel, 73
Siqueiros Beltrones, Jesús María, 262
Sixtos González, José Andrés, 20
Sobral, Martín Hugo, 240
Sohn, Erika, 262
Sokołowski, Stefan, 179
Solano Altamirano, Juan Manuel, 254
Soler Zapata, María Del Rosario, 37
Soler-Illia, Galo J. A. A., 239
Solis Machorro, Iveth, 116
Solis Sánchez, Luis Octavio, 168
Solis-Sanchez, Luis Octavio, 263
Solorio Soto, Fernando, 90
Solís Atala, Miguel Ángel, 179, 269, 270
Solís Sánchez, Luz Aurora, 180

Solís Sánchez, Luís Octavio, 180
Solórzano Kraemer, Ricardo Atahualpa, 243
Solórzano Valencia, Maury, 162
Soria Sánchez, Andrés, 71
Soriano, David, 255
Sosa Camposeco, Akari Narayama, 157
Sosa Fonseca, Rebeca, 163, 164, 167
Sosa Hernández, Elisa Marina, 219
Sosa Nuñez, Fidel, 3
Sosa Ramos, Omar, 193
Sotelo Viveros, Bethsaida, 95
Soto Campos, Carlos Arturo, 5, 6, 13
Soto Espitia, Rafael, 94
Stegmann, Thomas, 214, 223
Stepanov, Serguei, 213
Strojnik, Marija, 211
Strupiechonski, Elodie Claire, 241
Subieta Vasquez, Martin Alfonso, 250
Sustaita Torres, Ireri Aydee, 275
Sustaita Torres, Ireri Aydée, 162
Suárez García, Carlos Miguel, 176
Suárez Piña, Sugeil, 108
Sáenz Villela, Jesús Manuel, 28, 76
Sánchez Aké, Citlali, 58, 105, 106, 133, 214, 249
Sánchez Arellano, Arsenio, 162
Sánchez Arrieta, Daniel, 140
Sánchez Balderas, Gregorio, 274
Sánchez Bautista, Yeimi Alejandra, 50
Sánchez Bermúdez, Joel, 262
Sánchez Colón, Gabriel, 144
Sánchez García, Elsa, 2
Sánchez González, Miguel Ángel, 214
Sánchez Islas, Miguel, 120
Sánchez Juárez, María Mildred, 185
Sánchez Legorreta, Gabriela, 131
Sánchez Lozano, Xóchitl Judith, 187
Sánchez Luján, Bertha Ivonne, 39
Sánchez López, Sergio, 160, 163
Sánchez Mora, Enrique, 89
Sánchez Morales, María Eugenia, 94
Sánchez Moreno, Alberto, 72
Sánchez Ramírez, María Lucero, 115
Sánchez, Sebastián F., 17
Sánchez Sánchez, Karla Lorena, 163, 164, 167
Sánchez Torres, Karla Karina, 108
Sánchez Yáñez, Juan Manuel, 136
Sánchez-Aké, Citlali, 104
Sánchez-López, Juan De Dios, 89

Tafoya Turner, Carolina Andrea, 220
Takeuchi Tan, Noboru, 217
Tamayo Amaya, Francisco Javier, 22
Tamayo Ramírez, David Alejandro, 15
Tapia, A., 206
Tapia, Francisco, 20
Tapia Ramírez, Adriana, 95
Tapia Vázquez, Francisco, 21
Tejeda Muñoz, Guillermo, 108, 110, 143, 250
Tejeda Sotelo, Areli Jazmín, 117
Telles Zeferino, Alfonso, 103, 106
Tellez-Limon, Ricardo, 81
Tenorio Serrano, José Heriberto, 177
Tepanecatl Fuentes, Laura Alejandra, 259
Terrazas Rodríguez, Jesús Fernando, 76
Texca García, Julio César, 86
Tinoco, Sergio, 20
Tirado Bueno, Eduardo, 147
Tiscareño Sánchez, Tonatiuh Manuel, 45
Tiznado Vázquez, Hugo, 90
Tlahuice Flores, Alfredo, 24, 36, 41, 128, 132, 133, 226
Toledo Solano, Miller, 87
Toledo Vazquez, Francisco Javier, 98
Torres Acosta, Miguel, 187
Torres Bustamante, Humberto, 215
Torres Carbajal, Alexis, 50
Torres Corrales, Diana Del Carmen, 39
Torres García, Eugenio, 231
Torres Gutiérrez, Alondra Guillermina, 117
Torres Hernandez, Anthony, 40
Torres Herrera, Eduardo Jonathan, 189, 192
Torres Juárez, Jaime, 238
Torres Manriquez, Juan José, 140
Torres Ramos, Jorge, 220
Torres Ramírez, Roberto Constancio, 220
Torres Rojas, Raúl Mauricio, 151, 159, 173
Torres Segundo, César, 67, 100, 103
Torres- Herrera, E. Jonathan, 279
Torres-Papaqui, Juan Pablo, 235
Torres-Torres, Mauricio, 78
Toto Arellano, Noel Ivan, 135
Trejo Baños, Alejandro, 125, 157, 166, 268, 274
Trejo Durán, Mónica, 86, 131
Trejo Mandujano, Hector Alejandro, 35, 94
Trejos Montoya, Víctor Manuel, 179
Treviño-Palacios, Carlos Gerardo, 263
Triana Arango, Freiman Estiven, 77
Trinidad Hernández, Miguel Ángel, 206
Trinidad, Miguel Angel, 18
Trotta, Domenico, 245
Trujillo Gómez, Brenda, 103
Trujilo Mena, Alvaro, 20
Tsiftsi, Thomai, 270
Tsonchev, Rumen I., 156
Tufiño Velázquez, Miguel, 155, 167
Tun Molina, Dionisio, 275
Tututi Hernández, Eduardo Salvador, 44, 47, 138, 140, 142, 270
Téllez Limón, Ricardo, 207
Téllez Zárate, Fernando, 86, 137

U'Ren, Alfred, 265
Uc Rosas, Victor Hugo, 232
Ungan, Fatih, 272
Ureña López, Luis Arturo, 2, 67, 71, 215, 255

Ureña Mena, Fernando Josué, 237
Uribe Estrada, Cecilia, 137, 139, 148, 268, 269
Urrutia, Gerardo, 3
Uscanga Aguilera, Lucero, 16

Valadez Lorena, Leslie Yossia, 272
Valdez Melchor, Ramón Gertrudis, 45
Valdivia Barrientos, Ricardo, 247
Valdivia Garcia, Carlos Roberto, 188
Valdés Galicia, José Francisco, 12, 145–147, 244
Valdés Gómez, Adriano, 245
Valdés Hernández, Andrea, 65, 191, 278
Valencia Palomo, Lizardo, 139, 142
Valenzuela Barreras, Maréa José, 25
Valenzuela Barrón, José Ángel, 189
Valenzuela Celaya, Adrian Eduardo, 73
Valenzuela Jiménez, Victor Manuel, 230
Valenzuela Jiménez, Víctor Manuel, 190
Valenzuela Terán, Jonás, 236
Valerio Lizárraga, Cristhian Alfonso, 102, 114
Valladares Rocha, César Efrén, 73, 121
Valle Zavala, Mario Alberto, 23
Vallejo Fabila, Isaías, 192
Valverde Coria, Rafael, 100
Varela, Armando, 214
Varela Carlos, Enrique, 146
Varela Valdez, Alberto, 174, 176, 223, 267
Vargas Cholula, Naomi, 139
Vargas Magaña, Rosa Maria, 204
Vargas, Mariana, 204
Vargas Nolasco, Ulises, 104
Vargas Perez, Benito, 275
Vargas Rodríguez, Everardo, 80, 99, 193, 195, 237
Vargas, Rubicelia, 220
Vasquéz Arzola, Alejandro, 260
Vazquez Montiel, Sergio, 239
Vazquez Naranjo, Alberto, 60
Vazquez Valdez, Jesus Abraham, 114
Vazquez Vargas, Diana Aracely, 131
Vazquez-Nava, Raul Alfonso, 64, 83
Vega Cabrera, José, 72
Vega Méndez, Jair, 31, 33
Vega-Hernandez, Jonnathan Isaac, 78
Velasco Nieto, Analyn, 114
Velasco Ramírez, Eduardo, 278
Velasquez Luna, Elí Jafet, 38
Velazquez Diaz, Juan Carlos, 41, 197
Velazquez Ibarra, Lorena, 188
Velazquez Perez, Stephanie Esmeralda, 66
Velázquez Aguilar, Víctor Manuel, 129, 186
Velázquez Benítez, Amado Manuel, 87
Velázquez Calderón, Aracely, 112
Velázquez Castro, Jorge, 40, 49, 110, 182
Velázquez Cruz, Virginia, 80
Velázquez Ibarra, Lorena Berenice, 190
Velázquez Pérez, Stephanie Esmeralda, 167
Ventura Velázquez, Christian, 275
Vera Garfias, Gabriela Isabel, 245
Vera Zamora, Carlos Manuel, 170
Vergara Martínez, Francisco Javier, 108
Vergara Oliver, José David, 189
Vergara Ruvalcaba, Josue, 74
Vergara Sánchez, Josefina, 67, 100, 103
Viatcheslav, Mishurnyi, 152, 155
Vidal-García, Alba, 216
Viera González, Perla Marlene, 35
Viesca Villanueva, Efraín, 220
Villa-Hernández, José J., 156
Villafuerte Morquecho, Eric, 180
Villagrán Muniz, Mayo, 58, 104–106, 133, 214, 249
Villalobos Pérez, Salvador Enrique, 72
Villanueva Gudiño, Fernanda, 112
Villanueva Hernández, Pablo, 6, 199, 225
Villanueva Raya, Dulce Magdalena, 132
Villanueva-Cab, Julio, 165
Villaseñor Pérez, David Benjamín, 185, 191
Villegas Díaz, Andrea Carolina, 117
Villegas Navarro, María Fernanda, 239
Vizcaíno Guajardo, Jorge Octavio, 192
Volke Sepulveda, Karen Patricia, 48
Vukasinac, Tatjana, 216
Vyas, Manan, 183
Vyatcheslav, Michournyi, 171
Vásquez Arzola, Alejandro, 85
Vázquez Azuara, Ulises De Jesús, 58
Vázquez Báez, Víctor Manuel, 63, 71, 208, 213
Vázquez Delgado, Marco Antonio, 134
Vázquez Dimas, Alejandro, 86
Vázquez Domínguez, Minerva Guadalupe, 116
Vázquez González, Juan Pablo, 193
Vázquez Luis, Edgar, 61
Vázquez Luna, Jóse Guadalupe, 195
Vázquez López, Carlos, 107, 108
Vázquez Meza, Roberto, 10
Vázquez Ramírez, Verónica, 124
Vázquez Rodríguez, Axel Fernando, 35
Vázquez Valencia, Elsa Fabiola, 148
Vázquez Velázquez, Valente, 14, 23, 34, 40
Vázquez Villamar, Carlos Rafael, 196

Wang Chen, Chumin, 230
Wang, Zhou, 247
Watson, Alan, 259
Weber, Axel, 270
White, Jacob A., 21
Wiechers Medina, Carlos Herman, 187, 188, 190
Wiederhold, Petra, 250
Williams, M.C.S., 139
Wofford, Aida, 216
Wong Romero, Javier Iván, 89

Xicale De Aquino, Rodrigo, 63, 208, 213
Xochipa Rodríguez, Marco Antonio, 29

Yanza López, Vanessa, 18, 206

Yee Madeira, Hernani, 66
Yee Rendon, Bruce, 114
Yee Rendón, Cristo Manuel, 107, 108

Zamarrón Hernández, Diego, 256
Zamora Buen Abad, Fernando Santiago, 191
Zamora Justo, José Alberto, 117
Zamudio Ruvalcaba, Luisa Fernanda, 208
Zapata, Gabriel, 269
Zapata González, Luis Alberto, 21
Zaragoza Cardiel, Javier, 2, 233
Zaragoza-Palacios, Beatriz Guadalupe, 124
Zarco Delgado, Isamar A., 31
Zarzosa Pérez, Alicia, 34
Zavala, Jorge A., 1
Zavala Morán, Ulises, 152, 155, 171
Zeferino Serrano, Javier, 114
Zeleny Mora, Moisés, 141
Zendejas Leal, Blanca Estela, 107, 108
Zenteno Mateo, Benito, 184
Zepahua Santillán, Alan Amaury, 131
Zepeda Fernández, Cristian Heber, 110, 111, 116, 118, 120
Zezatti Flores, Víctor Manuel, 103, 106
Zhevandrov Bolshakova, Petr, 176
Zichichi, A., 139
Zolla, Frédéric, 136
Zuñiga Villareal, Constanza, 41, 56
Zúñiga Hinojosa, María Antonieta, 181, 184
Zúñiga Zúñiga, Marco Alejandro, 176